

ANNÉE 1926

THÈSE

N^o 138

POUR LE

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

(DIPLOME D'ÉTAT)

Soutenue devant la Faculté de Médecine de Paris en 1926

PAR

OVIDE-ÉDOUARD COTON

né le 7 Mars 1895, à Hénin-Liétard (P. d. C.)

LE CHEVAL

des

Mines de Houille

JURY { *Président :* M. A. GOSSET, professeur à la Faculté de Médecine.
 { *Assesseurs :* M. DECHAMBRE } professeurs à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort.
 { M. NICOLAS }

IMPRIMERIE TH. & A. PLOUVIER & C. CHARTREUX

HÉNIN-LIÉTARD et CARVIN

H. 6930 - Novembre 1926.

ANNÉE 1926

THÈSE

N° 138

POUR LE

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

(DIPLOME D'ÉTAT)

Soutenue devant la Faculté de Médecine de Paris en 1926

PAR

OVIDE-ÉDOUARD COTON

né le 7 Mars 1895, à Hénin-Liétard (P. d. C.)

LE CHEVAL

des

Mines de Houille

JURY { *Président* : M. A. GOSSET, professeur à la Faculté de Médecine.
 { *Assesseurs* { M. DECHAMBRE } professeurs à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort.
 { M. NICOLAS }

IMPRIMERIE TH. & A. PLOUVIER & C. CHARTREUX
HÉNIN-LIÉTARD et CARVIN

H. 6930 - Novembre 1926.

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'ÉCOLE VÉTÉRINAIRE D'ALFORT

Directeurs honoraires : MM. P.-J. CADIOT et H. VALLÉE.

Directeur : M. E. NICOLAS.

Professeurs honoraires : MM. G. BARRIER, Inspecteur général honoraire des Écoles Vétérinaires,
P.-J. CADIOT, A. RAILLIET, H. VALLÉE.

PROFESSEURS

	MM.
Anatomie descriptive des mammifères domestiques	BRESSOU.
Physiologie, thérapeutique générale, matière médicale	MAIGNON.
Physique et Chimie médicales, toxicologie, pharmacie.	NICOLAS.
Parasitologie et maladies parasitaires, clinique ; histoire naturelle médicale.	HENRY.
Pathologie médicale des équidés et des carnassiers, clinique ; sémiologie et propédeutique, jurisprudence.	ROBIN.
Pathologie chirurgicale des équidés et des carnassiers, clinique ; anatomie chirurgicale, médecine opératoire et ferrure.	COQUOT.
Pathologie bovine, ovine, caprine, porcine et aviaire, clinique ; médecine opératoire, obstétrique	MOUSSU.
Pathologie générale et microbiologie, maladies microbiennes et police sanitaire, clinique.	PANISSET.
Histologie et embryologie, anatomie pathologique, inspection des denrées alimentaires ; autopsies	PETIT.
Hygiène et agronomie ; zootechnie et économie rurale.	DECHAMBRE.

CHEFS DE TRAVAUX

MM. DELMER.

LEBLOIS.

LESBOUYRIES.

MM. MONVOISIN.

MOUSSU (R.).

VERGE.



La Faculté de Médecine et l'École Vétérinaire déclarent que les opinions, émises
dans les dissertations qui leur sont présentées, doivent être considérées comme propres
à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner ni approbation, ni improbation.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR A. GOSSET

de la Faculté de Médecine de Paris

NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE

*"Hommage de respectueuse
reconnaissance."*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR DECHAMBRE

Heureux continuateur des Maîtres qui ont illustré la Zootechnie française

A MONSIEUR LE PROFESSEUR NICOLAS

Éminent Directeur de notre École

A TOUS NOS MAÎTRES D'ALFORT

Gardiens naturels de notre chère Profession

*"Témoignage d'affectueux souvenir
et de très vive gratitude."*

A MES PARENTS, MES BEAUX-PARENTS
ET A TOUS MES AMIS

A MON PÈRE
PRINCIPE DE TOUT CE QUE JE SUIS

*“ Témoignage d'affection profonde,
d'admiration,
de sympathie constante. ”*

A MA MÈRE AIMÉE

A MA CHÈRE COLLABORATRICE
MA FEMME

A MON PETIT MICHEL

AVANT-PROPOS

“Faire sa thèse” : travail qu’il est bien français de railler un peu ; que l’auteur, le premier, affecte de traiter à la légère, se disculpant, dirait-on, d’en faire accroire aux autres ; c’est de ce sentiment que relève, pensons-nous, l’indifférence de façade professée parfois pour le nouveau grade.

Il s’agit de devenir docteur sans être doctoral.

*Notre formation, nos occupations quotidiennes dans l’art utilitaire et modeste qu’est le nôtre nous préparent si peu à ces nouveaux honneurs, à ces titres de noblesse, à ces beaux atours où nous avons encore l’air emprunté ! Cependant, en notre for intérieur, nous gardons, au Ministre de l’Agriculture, à l’Administration, à nos Maîtres, à nos leaders professionnels, la plus vive gratitude pour cette Loi du 31 Juillet 1923 instituant le **doctorat vétérinaire**.*

Individuellement nous consacrons, tous, le meilleur de notre intelligence à notre thèse. Des légions de vétérinaires se sont imposés ou s’imposent, avec désintéressement, la peine et le sacrifice qu’elle représente. Plusieurs confrères ont fourni des travaux remarquables et amorcé, dans nos Sociétés scientifiques, des discussions du plus haut intérêt.

Dans l’avenir, nous pouvons être assuré que les

*vétérinaires français, qui ont toujours été de bons
ouvriers de la prospérité nationale, honoreront encore
notre doctorat, contribuant ainsi, de la meilleure
manière, à l'ascension de notre chère profession et,
simultanément, à la richesse et au rayonnement de
notre pays.*

INTRODUCTION

Nous nous excusons du caractère vraiment particulier de notre travail « **Le cheval des Mines de houille** ».

Nos réflexions se seraient volontiers portées sur une matière d'un intérêt plus vaste; mais nous aurions craint, en cédant à cette considération, trop embrasser et mal étreindre. Nous avons cru comprendre que la méthode, qui s'imposait à la foule des vétérinaires français qui allaient aborder le doctorat, était la division du travail: division, source de perfection; que la thèse ne saurait jamais trop s'engager dans la particularité; que, de celle-ci même, pouvaient sortir quelques aperçus originaux. Et c'est pourquoi nos réflexions se sont parfois étendues à des objets d'un caractère vétérinaire plus ou moins apparent dont nous espérons, cependant, avoir établi la filiation avec notre sujet.

Il nous a paru que le fait d'étudier, comme à la loupe, une utilisation toute spéciale du cheval dans des circonstances parfois anormales, ne manquait pas d'intérêt, et que le « *cheval de mines* » pouvait constituer, en zootechnie, un « cas » aussi digne d'étude que les cas de la pathologie les plus instructifs.

D'ailleurs, — et nous nous excusons de ces revendications corporatives — la zootechnie est, dans nos Ecoles, la principale matière d'enseignement de la quatrième année de nos études, et comme leur couronnement.

En fixant, comme nous l'avons fait, le choix de

notre sujet de thèse, nous avons voulu affirmer d'abord notre attachement à cette science strictement vétérinaire de la zootechnie, synthèse de tout l'enseignement que nous avons reçu : anatomie, physiologie, physique, chimie, sciences naturelles, pathologie.

Nous avons tenu, ensuite, à mettre à profit les données de notre pratique journalière de la mine ; à recueillir les fruits de toute la carrière d'un vétérinaire ayant l'art et le goût de l'observation — notre père ; — à bénéficier, enfin, dans les recherches de cette modeste production, des principes d'ordre parfait, de goût, de continuité dans l'effort et d'intelligence qui président à l'Administration des Sociétés houillères.

HISTORIQUE

Il sera plutôt ici question de légende orale que d'histoire, les documents authentiques étant naturellement moins nombreux, quant à l'apparition du cheval de mines, que relativement au moindre événement politique des siècles derniers.

A ses débuts, la technique des Mines de houille, question de profondeur mise à part, était calquée sur celle des carrières, et le roulage s'effectuait au moyen de brouettes, procédé rudimentaire qu'il fallut abandonner dès que l'exploitation s'éloigna des abords du puits.

Le premier perfectionnement de ce système primitif est dû à un ouvrier fatigué, un Flamand sans doute, qui, à la mode de chez lui, imagina d'atteler son chien en avant de sa brouette — version recueillie d'un vieil ouvrier mineur, et à coup sûr, très vraisemblable.

La deuxième étape de perfectionnement, inspirée des premiers chemins de fer, porta sur le matériel roulant qui se mua en petits chariots à quatre roues circulant sur une sorte de piste en bois complétée, plus tard, de petits rails.

Le troisième stade de l'évolution, *l'avènement du cheval*, était celui qui devait rencontrer le plus de résistance.

A l'époque, chaque « siège », loin de présenter l'organisation et le développement d'une belle entreprise industrielle, offrait l'aspect d'un vaste chantier de terrassement souterrain, dirigé par un surveillant actif et intelligent, un « porion ».

L'idée vint, un jour, à un ingénieux porion, de descendre « au fond », un cheval qu'il acquit à bas prix par précaution.

Ce fut, tout de suite, une coalition générale contre l'intrus, contre le cheval menaçant de remplacer quelques rouleurs, contre le progrès; et toutes les embûches furent tendues à la pauvre bête. Obscurément les ouvriers pressentaient l'avenir du cheval; ils ne pouvaient prévoir l'essor prodigieux de l'industrie houillère qui devait se montrer bonne mère et continuer à les nourrir: eux, leur famille, leurs amis, et faire la richesse de tout un pays.

L'usage du *cheval à la mine* s'est développé parallèlement à l'extraction: et, sous terre, à ce jour, une « *cavalerie* » de quelque *cinquante millions de francs*, représentant l'effectif de plus de quinze régiments de cavalerie, est l'auxiliaire invisible et précieux d'une production française de plus de *quarante-cinq millions de tonnes de houille*.

LE CHEVAL

DES MINES DE HOUILLE

LE RÉSEAU SOUTERRAIN

Traction animée — Traction mécanique

Pour être précis, il aurait fallu spécifier qu'il ne s'agirait, ici, que du cheval des houillères du Nord de la France; mais nous avons dû sacrifier aux exigences de concision du titre.

Incontestablement le bassin de Saint-Etienne, celui de la Sarre par exemple, fourniraient quelques variantes aux conclusions suivantes. Nous nous permettrons de les négliger et de nous borner à l'étude des *Houillères du Nord de la France* dont l'extraction de vingt-cinq millions de tonnes contribue si largement à la force, à la prospérité et à l'indépendance de notre pays.

Il est une vérité que nous tenons à affirmer dès le début de ce travail: aucune machine n'est aussi souple, aussi malléable, aussi robuste que le cheval, qui s'accommode de toutes les exigences, de toutes les difficultés, voire de toutes les privations ou mauvais traitements; et, sous ce rapport, notre souvenir se reporte plutôt vers le malheureux cheval de la dernière guerre que vers celui de nos houillères qui, nous le verrons, jouit souvent d'un sort enviable.

La principale qualité du moteur animé réside dans une faculté d'adaptation inégalable; une solidarité mystérieuse de tous les éléments de l'individu parant à toutes les perturbations, à tous les déficits, et aboutissant, finalement et sûrement par des voies encore mal connues, à l'équilibre quasi indestructible qui est le propre de la matière vivante.

Dans des conditions invraisemblables liées aux exigences économiques ou techniques: question de gisement, de main-d'œuvre ou de réglementation du travail, le cheval redouble, quadruple son effort, il se ruine mais il remplit sa tâche; le moteur cale.

C'est ici qu'il faut rappeler, à la gloire du cheval, cette magnifique exclamation de Baron: « La finalité physiologique n'aurait pas dû permettre ce suicide de l'animal surmené qui prend sur sa propre substance pour répondre au travail que nous lui demandons ! »

Où la machine est inutilisable on fait appel à lui; et quant aux chiffres que nous nous proposons de fournir relativement à son rendement kilogrammétrique nous demandons, dès maintenant, de vouloir bien les apprécier à la lumière de cette grande vérité sortie d'une bouche hautement autorisée: « Les machines sont placées dans des conditions de traction optima: voies rectilignes ou courbes à grand rayon, roulages solidement établis, pentes rigoureusement calculées et surveillées; tout ce qui les concerne est étudié et entretenu avec un soin d'ailleurs nécessaire à leur fonctionnement. Les chevaux ne bénéficient pas de l'ombre d'une semblable sollicitude .

A cela il existe naturellement des raisons préremptives. D'une part la mise en exploitation du gisement limité, et toujours un peu problématique d'un quartier, ne doit pas entraîner de frais excessifs, et l'étroite « bowette », dont l'existence ou l'utilisation se bornera à quelques années, avec sa pente inégale,

ses mouvements de terrains et sa mauvaise petite voie de fortune sera naturellement le lot du cheval.

D'autre part une question de production, d'intensité de trafic est à prendre en considération, mais une explication préalable est ici nécessaire.

Nous plaçant, par hypothèse, dans le cas d'un siège utilisant simultanément les deux tractions : mécanique et animée, nous ne pouvons pas mieux représenter la dichotomie du réseau souterrain qu'en nous servant d'une comparaison physiologique avec l'appareil circulatoire.

Le puits central constitue le cœur, point de départ des bennes vides et point de concentration des trains de charbon ; les grandes galeries à traction mécanique correspondent aux gros troncs ; les petites voies de la traction hippomobile étant représentées par les artérioles, les veinules et les capillaires.

Pour donner tout de suite une image assez complète du réseau minier, ajoutons que le système circulatoire précédent doit être supposé sensiblement dans un plan, des puits intérieurs ou « bures » établissant, en quelques points, des anastomoses avec le réseau d'un étage supérieur ou inférieur.

Conformément à cette image, le trafic s'accroît en même temps que le flot de charbon des capillaires et des veinules se collecte dans des troncs plus gros et moins nombreux. Si la productivité du « siège » est suffisante ; si l'éloignement des chantiers le justifie, et que des apports intermédiaires ne compliquent pas les transports, en un certain point du réseau — et en ce point seulement sous peine de frais disproportionnés — le tonnage débité par une galerie légitime l'emploi des machines et l'aménagement correspondant de la voie.

Dans l'ensemble donc, traction mécanique sur les routes nationales ; traction hippomobile sur les chemins vicinaux et ruraux, dans toute l'acception de

cette dernière comparaison tant en ce qui concerne la circulation que l'entretien, le budget et l'utilité des uns et des autres.

Quoi qu'il en soit, étant bien entendu que les difficultés de la tâche de nos animaux sont bien plutôt le fait des exigences économiques ou techniques que d'un défaut de sollicitude que nous n'avons pas à nous reprocher, voici déjà une représentation assez nette de l'importance du cheval dans l'industrie de la houille dont il est, pour longtemps encore, l'auxiliaire indispensable, irremplaçable.

Cependant, puisque nous avons amorcé un exposé de l'utilisation de la traction mécanique dans les mines, nous allons tenter immédiatement d'en délimiter l'emploi et de déterminer comparativement le contingent de la traction hippomobile.

Les figures schématiques, dont nous nous sommes servis plus haut, montrent bien plus l'emploi qui pourrait être fait, à la rigueur, des locomotives, que l'état de choses actuel.

Indépendamment de l'heureux concours de circonstances nécessaire à l'usage des machines, les routes nationales sont rares « au fond » ; elles sont simplement représentées par quelques kilomètres sur les quelque dix lieues de développement des galeries d'un double siège. Nous tenons à mettre en garde contre tout rapprochement qui pourrait se faire dans l'imagination avec quelque Métropolitain qui n'aurait de commun, avec la réalité, que d'être plus ou moins souterrain : l'état des voies, leur largeur réduite, la petitesse des wagonnets et leur défaut de stabilité limitent grandement la vitesse et la longueur de nos trains. Le prix des machines, le coût de la force motrice et de l'adduction de cet air comprimé à 120 kilogrammes qui ne restitue, selon Haton de la Goupillère, que $1/3$ à $1/5$ de l'énergie dépensée pour

sa préparation (1); la nécessité d'un personnel spécialisé; l'imperfection du matériel inventé jusqu'à ce jour, réduisent à de minimes proportions l'emploi de la traction mécanique, et ne lui gagnent pas rapidement de nouveaux adeptes.

Dans une concession déterminée, sur une cavalerie de quelques centaines de chevaux, moins d'un dixième a été remplacé par les locomotives. Les sept ou huit machines employées effectuent journellement neuf cents tonnes kilométriques environ, travail quantitativement correspondant à celui d'une vingtaine de chevaux; mais, en vertu des explications qui précèdent, eu égard à la qualité de ce travail, aux conditions dans lesquelles il est produit, la comparaison est beaucoup plus avantageuse encore pour la traction animée que ne le fait ressortir la seule considération des chiffres.

Des concessions entières très importantes, très modernes aussi, s'abstiennent totalement de la traction mécanique.

L'extraction de la houille, qui constitue l'une des industries les plus prospères et les plus perfectionnées de notre pays, fournira longtemps encore un débouché considérable et rémunérateur à l'élevage du « *cheval belge* », de « *la race de trait du Nord* » et de la « *race bretonne* » qui lui envoient leurs meilleurs sujets.

Heureux balancement entre ces deux grandes **forces nationales**: l'Agriculture et l'Industrie.

(1) Certains techniciens ramènent ce rendement à 12 ou 15 %.

NOTRE TYPE DE CHEVAL

Choix d'une race.

Comme nous le notions il y a un instant, c'est, en première ligne, au *cheval belge* que nous faisons appel.

A l'époque où la production française de gros trait est notoirement déficitaire, nous sommes dans l'obligation de recourir à l'élevage de nos voisins, élevage que cette riche et laborieuse Belgique a amené à un rare degré de perfection. Cette nécessité correspond cependant au choix que nous faisons délibérément de la race belge, *hypermétrique*, *bréviligne*, comme l'a établi, avec son autorité en la matière, le Docteur-Vétérinaire Monsarrat.

Si, dans le choix de nos sujets, nous devons parfois montrer quelque indulgence sous le rapport du format *hypermétrique*, nous exigerons constamment, de nos chevaux, le type rigoureusement *bréviligne* avec prédominance marquée des éléments de largeur et d'épaisseur sur les éléments de longueur; et, ici, une correction semble devoir être faite à cette formule classique.

Nous y souscrivons entièrement pour ce qui concerne l'élément largeur; quant à l'élément épaisseur ou hauteur — en nous rapportant aux trois axes habituels — nous remarquons immédiatement que l'exagération de cet élément (épaisseur ou hauteur) est loin d'être caractéristique du type bréviligne, et que, pour en admettre la définition classique dans



ELIOT

TYPE DU "MINEUR"

CHEVAL DE RACE BELGE

toute son acception, nous sommes forcés de ne considérer, du point de vue de la hauteur ou épaisseur, que le corps du cheval: le thorax, la profondeur de poitrine, abstraction faite des membres. Pour le *modèle bréviligne*, nous avons donc un sujet court, large du front à la croupe, surbaissé et profond de poitrine.

C'est ce modèle que le commerce local, qui répugne à ces appellations scientifiques, désigne d'une façon tout aussi expressive en parlant du type « *mineur* ».

Nos *chevaux* sont essentiellement des *démarreurs*. Tout leur travail consiste en coups de collier indéfiniment répétés. Les parcours qui leur sont assignés excèdent rarement quelques centaines de mètres coupés encore par l'ouverture des vannes d'aérage, les « feniesses », ou par quelque déraillement, banal incident du roulage.

Au contraire, les chevaux de gros camionnage, de Paris par exemple, « *nivernais* », « *percherons* », que les classiques nomment *médiolignes*, et dont quelques types peuvent, sans inexactitude, se ranger parmi les *longilignes*, effectuent un démarrage assez lourd, quatre, cinq fois dans la journée et, surtout, couvrent quinze, vingt, vingt-cinq kilomètres. Incontestablement pour ces longs trajets qu'il s'agit d'accomplir dans un délai assez réduit et de plus en plus écourté, avec les tendances modernes du personnel sinon de la législation, le cheval *longiligne* a une souplesse et une rapidité d'allure à laquelle notre « *mineur* » taillé en « *bull dog* » ne peut prétendre.

Le simple examen comparatif des allures des deux types de chevaux confirme d'ailleurs ce que la théorie fait prévoir: ici le « *belge* » trapu, et le « *trait du Nord* » de petite taille, type répétitif, petits pas vifs et nombreux; là, le « *percheron longiligne* », type ampliatif aux longues foulées.

Incontestablement, chacun d'eux a ses indications étroites; ici, la vitesse; là, la puissance, deux exigences pratiquement, économiquement incompatibles. Cette maxime, qui se lisait dans un T. M. de la dernière guerre: « *La vitesse est l'ennemi du poids lourd* », est aussi vraie, sinon plus, du cheval que de l'automobile. Si, en forçant la consommation, en augmentant le nombre des cylindres et leur volume on peut conférer, à la machine, l'énergie nécessaire pour cumuler vitesse et puissance au grand dam d'ailleurs du châssis, de la carrosserie, de la route, voire de la durée du moteur lui-même, la matière vivante ne se prête pas à cette espèce de dérèglement, et vérifie strictement l'exactitude de la maxime citée plus haut.

Poussant jusqu'au bout la contradiction des deux termes: vitesse et puissance, nous irons jusqu'à dire que, non contents de ne point rechercher la vitesse, nous devons l'éviter pour trouver la puissance, et nous nous expliquons:

Une bête de trait n'est pas autre chose qu'un assemblage de leviers dont la résultante des effets particuliers est le mouvement. Dans la période d'appui, période locomotrice, directement ou non, le pivot des différents leviers en lesquels se décompose notre cheval, est constitué par le sabot qui est au contact du sol. Pour borner notre étude au membre postérieur, le seul intéressant au point de vue de l'impulsion, nous constatons que tous les muscles extenseurs — ceux qui déterminent la progression — fessiers, rotuliens, gastrocnémiens, agissent comme des leviers de force, par opposition aux leviers de vitesse qui agissent, dans la période de soutien, le membre fléchi.

Or un levier de force n'est pas autre chose qu'une démultiplication intercalée entre la puissance et la résistance; un faible déplacement de celle-ci

correspondant à un déplacement d'une amplitude beaucoup plus grande de celle-là: la valeur des déplacements étant rigoureusement proportionnelle à la résistance et à la puissance mise en œuvre. Soit,

la résistance par R,

et par D et D', les déplacements respectifs du point d'application de R et de P:

$$\frac{P}{R} = \frac{D}{D'}$$

rapport mesurant précisément la démultiplication.

Le meilleur levier, celui qui permettra le moindre effort pour une résistance donnée, sera le levier le plus démultiplié. Le meilleur cheval sera aussi le plus démultiplié, le cheval le plus lent, le plus court, le plus massif.

Pour l'automobile, pour la bicyclette, cette question de démultiplication, d'augmentation de la puissance ne se résout pas autrement non plus que par un changement de vitesse, un ralentissement du régime de marche. Nous nous excusons d'ailleurs de tenter de renouveler un peu la forme d'une vérité mise en évidence depuis longtemps et que la zootechnie a consacrée dans cette désignation de « *chevaux de gros trait lent* », la lenteur étant inséparable de la puissance comme aussi la lenteur et la force du bœuf sont proverbiales à l'égal l'une de l'autre.

Une autre justification, schématique, peut être encore donnée de la préférence que nous marquons au type bréviligne.

Sommairement, un cheval de trait peut se représenter comme un moteur dont toute la puissance impulsive, contenue dans les membres postérieurs, est transmise, par l'intermédiaire de la solide ceinture pelvienne, du rachis et de la cage thoracique, à tout le corps du cheval et particulièrement au collier d'attelage — point d'application de la résistance à en-

traîner — les membres antérieurs en tout ceci pouvant être, avec une approximation bien suffisante, considérés comme colonnes de soutien du moteur, comme le massif sur lequel repose la machine, sans intérêt au point de vue de la traction.

Schématiquement, cela se ramène à la FIGURE 1,

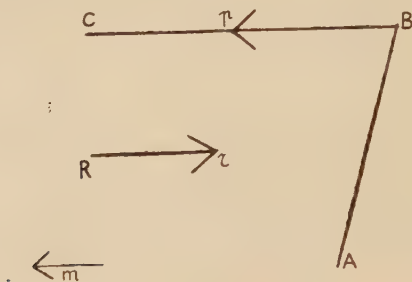


FIG. 1.

A B représente le membre postérieur.

A le sabot à l'appui,

B C le rachis,

R, entre l'attelle du collier et le centre de gravité du cheval, point d'application de la résistance à vaincre, point fixe solide de l'ensemble A B C.

m indique le sens du mouvement.

r et p représentent respectivement la résistance et la puissance.

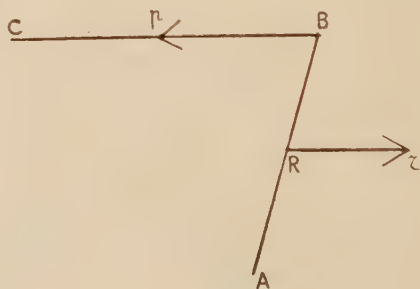


FIG. 2.

De la FIGURE 1, l'on passe aisément à la FIGURE 2

où le point d'application de r s'est simplement déplacé sur la direction de la force.

Ceci posé, nous nous proposons de rechercher, pour une force r donnée, quelle conformation sera la plus avantageuse pour l'utilisation de la puissance ou, si l'on veut, pour quel type de cheval le démarrage sera obtenu avec p minima, p aussi ménagère que possible des forces de l'animal.

Dans la position d'équilibre on a :

$$\frac{AR}{AB} = \frac{p}{r} \text{ ou } p = \frac{AR \times r}{AB}$$

p sera minima pour AR minima et AB maxima, ce qui est réalisé par RB maxima ;

R étant approximativement au niveau de l'attelle du collier ;

B approximativement au niveau du rachis.

RB est un élément proportionnel à la profondeur de poitrine, au périmètre thoracique.

Le *tractionneur idéal* sera l'*ultra-bréviline*.

En second lieu, et véritablement d'une façon accessoire par rapport à cette considération première des proportions, c'est à un type *hypermétrique* que vont également nos préférences — et cela d'une façon de plus en plus caractérisée d'année en année — dans la limite compatible avec la section des voies et l'intensité du trafic.

La réglementation actuelle du travail, qui réduit de 25 % comparativement à 1914, la journée de l'ouvrier ou du moins sa présence sur les chantiers d'abatage, l'intensification du machinisme qui tend, concurremment avec l'augmentation du nombre d'ouvriers, à compenser cette réduction de la journée, aboutissent forcément à une intensification du travail, à une accélération du trafic.

Au point de vue qui nous occupe, cela se traduit par un surcroît d'effort exigé de nos chevaux,

c'est-à-dire — rapporté à l'unité du temps, à l'heure par exemple — par une multiplication et surtout un allongement des trains.

Il existe à ceci particulièrement allongement des trains, plusieurs raisons : d'abord, nécessité technique et économique ; ensuite, tactique du moindre effort du personnel conducteur qui s'épargne ainsi des manœuvres ; enfin, crainte de l'embouteillage : engouement par les « pleins » à « front de taille » sur le chantier, par les « vides » à « l'accrochage ».

La circulation que nous avons représentée plus haut est effectivement difficile à entretenir ; il survient des congestions, voire des apoplexies inévitables. C'est pour remédier à la pléthore des chantiers que les convois normaux de douze berlines s'accroissent jusqu'à seize, dix-huit et vingt berlines, sous la responsabilité du conducteur ou du surveillant, d'ailleurs qui s'exposent à des sanctions.

Pour parer à cet allongement des convois, normal, prévu, nous devons posséder, dans notre moteur animé, un excédent de puissance disponible, d'où la nécessité d'un cheval puissant, du type hypermétrique dans toute la mesure où son gabarit le permet ; les frais d'entretien divers s'élevant d'ailleurs moins que proportionnellement à sa puissance.

L'évolution sanctionne absolument ces diverses considérations ; le poids et la taille des chevaux de mines se sont élevés dans toute la mesure possible, et c'est peut-être ce qui justifie, — indépendamment de la question d'élevage déficitaire du « gros trait lent » méritant de retenir toute l'attention des compétences — la *prédilection* que nous marquons actuellement et de plus en plus, dans le Bassin du Nord de France, pour les *racés belge* et de *trait du Nord* au détriment de la « bretonne ».

Toutes trois et celle-ci non moins que celles-là, assurément, possèdent la rusticité, la résistance à

toute épreuve nécessaires aux êtres et aux choses de la Mine; mais là où des cavaleries de quelques centaines de chevaux sont constituées de sujets d'un poids moyen de 650 kilogrammes sous 1 mètre 60 de taille, nous ne pensons pas qu'il soit possible de faire appel à une autre race qu'à celle du cheval belge ou de trait du Nord.

Il est bien entendu cependant que la *race bretonne*, abstraction faite de son format un peu réduit, a conquis de longue date ses *brevets de « mineur »*, et qu'elle remonte encore, pour une large part, la cavalerie de concessions très importantes.

Pour être équitable et complet nous devons ajouter qu'il existe actuellement, entre les races bretonne et belge ou de trait du Nord, tous les termes de transition possibles, des étalons belges et du Nord ayant été employés au croisement avec les juments du crû, dans la région de Lamballe particulièrement, ou bien des laiterons belges ayant été élevés en Bretagne — laiterons achetés il y a quelques années au moment où, tant par l'effet de la dévalorisation de sa monnaie que par une espèce de surproduction momentanée des jeunes, la Belgique s'est portée fortement vendeuse de poulains.

Un faible contingent de *poneys*, pour les voies les plus basses, complète enfin la cavalerie des mines. Le plus grand nombre et les meilleurs, pesant 300 kilogrammes sous moins de 1 mètre 30, sont importés de Russie par le port d'Anvers.

CHOIX DU CHEVAL

Tempérament — Sexe — Age — Taille
Robe — Conformation

Ces considérations ethniques épuisées, remarquons tout de suite que, jusqu'ici, nous avons traité sensiblement de notre moteur animé comme d'un moteur tout court. Cependant les plus savantes déductions mécaniques, les prévisions les plus clairvoyantes seraient déroutées si la douceur, la vigueur, l'intelligence même, bref, le tempérament et le caractère nécessaires n'étaient pas au service de cette puissante musculature et de ces heureuses proportions; en un mot si l'*influx nerveux*, mystérieux ordonnateur de la machine, trompait notre attente.

Or, par les étroits couloirs des galeries qui se creusent, se boursoufflent, se tordent sous la pression des terrains, effleurant un « toit » — que des travaux incessants contiennent difficilement dans ses mouvements irrésistibles; — dans une atmosphère torpide ou dans un courant d'air de sept à huit mètres à la seconde, dans l'eau ou dans la poussière, dans cette nuit sans lune — c'est bien le cas de le dire — et dans ce vacarme souvent inséparable du travail de la mine, notre brave cheval, ravi à son sillon ou à ses prés, doit faire l'apprentissage de son nouveau métier.

Nous nous rendons compte immédiatement de

la docilité, de la tranquillité imperturbables et, je le répète, quitte à le prouver plus tard, de l'*intelligence* qu'il faut attendre du cheval de mines.

Au manège, à la carrière, le dressage de l'animal le plus difficile peut être tenté et réussi par un homme adroit et vigoureux; dans les étroits tunnels de la mine, nos conducteurs, trop jeunes ou trop vieux d'ailleurs pour la plupart, sont plus absorbés par le soin de leur convoi que par la conduite du cheval; celui-ci doit régler tous ses mouvements avec un automatisme quasi parfait, et le moindre dressage ne peut évidemment pas être entrepris.

Pour révéler le tempérament et le caractère requis, un essai de quelques jours serait insuffisant; le jeune cheval, qui nécessite toute une éducation de la vue, tout un entraînement des poumons, du cœur, de la peau, se montrerait infailliblement ombrageux, mollassé, dyspnéique, froid des épaules, rétif parfois.

En pratique nous nous réservons un délai d'épreuve d'un mois, prolongé exceptionnellement d'un autre mois, avant l'acceptation définitive des sujets retenus par une première sélection.

Malgré ce luxe de précautions, une petite proportion de chevaux déjouent nos prévisions, se refusent à faire des « mineurs »; et nos écuries du « jour », nos services de la surface sont tenus, sont engorgés souvent par ces sortes de chevaux aptes à tout travail sauf à celui du « fond ».

Cette question — *tempérament et caractère* — nous a semblé tellement primordiale, que nous lui avons résolument donné le pas sur les autres éléments d'appréciation corporelle.

*

* *

Quant au *sexe*, les conditions précédentes font assez prévoir la nécessité de faire appel au *cheval hongre*, sans exception aucune.

Lui seul présente la tranquillité, la régularité d'humeur qu'il nous faut rechercher à tout prix; et, lui aussi, indubitablement, court le moins de risque d'indisponibilité pour maladies ou blessures de l'appareil génital, qu'il s'agisse de hernies, d'orchites chez le mâle, de nymphomanie, de métrite, de mammites chez la jument. Les risques de la castration d'autre part, ne sont point, en fait, supportés par nous, tant parce que nos achats portent sur les chevaux opérés que parce que le délai suspensif, d'usage dans nos marchés, nous met également à l'abri de toutes les complications de l'opération, de la funiculite en particulier.

*
* *

Sous le rapport de l'âge, l'observation que nous avons faite, plusieurs fois, de la production défective de notre élevage de gros trait lent, fait assez pressentir que nous subissons, maintes fois, la contrainte des circonstances. Libre, notre choix se porterait de préférence sur les sujets adultes, ayant à peu près terminé leur évolution et achevé, en tout cas, leur dentition de remplacement, sur les cinq ans faits. Par nécessité, cependant, une forte proportion de nos remontes est achetée à quatre ans — remontes de quatre ans qui voudraient en imposer pour des cinq ans, les coins de lait étant à peu près systématiquement arrachés avant l'époque de leur chute normale.

L'éleveur, d'une part, se hâte de vider ses écuries; de renouveler son capital, économiquement parlant, ce à quoi il ne trouve que profit, la différence des prix de vente entre ces deux âges étant hors de proportion avec les frais d'entretien d'une année supplémentaire.

D'autre part, la demande, de plus en plus pres-

sante, concourt exactement au même résultat et réalise précisément le souhait intime de l'éleveur : l'enlèvement anticipé de ses produits.

*
* *
*

La question de la *taille* nous donnera l'occasion de quelques réflexions particulières à la mine. La taille est ici, en beaucoup d'endroits, une question de gabarit, mais encore l'image ne peut-elle être prise dans une acception rigoureuse : contrairement à toute attente, des chevaux font un service régulier dans des voies sensiblement trop basses.

Le cheval qui déploie son effort — et c'est toujours un effort considérable que nous lui demandons particulièrement dans ces petites voies qui ne sont naturellement pas les meilleures — est arc-bouté ; il est sous lui du devant, sous lui du derrière, « rassemblé » en un mot, les quatre membres, les postérieurs particulièrement, sont fléchis ; la tête est abaissée pour entraîner en avant le centre de gravité ; et, dans les cas d'effort extrême, le cheval donne sensiblement l'impression de plonger, le corps tout entier se projetant en avant et en bas sous l'impulsion de l'arrière-main qui se soulève violemment par saccades.

Dans ces conditions l'indication de la taille est trompeuse : l'animal s'écrase « ventre à terre » selon l'expression populaire ; et le point le plus haut du corps est constitué par le sommet de la croupe qui, par ses rétablissements successifs, détermine le mouvement. Dans les passages difficiles c'est l'angle interne de l'ilium qui touche la voûte, et l'avant-main plonge, les membres fléchis.

De tout ceci une explication plus rigoureuse peut être donnée ; nous en emprunterons les éléments au physiologiste Colin.

La traction s'opère par l'ouverture des angles coxo-fémoral, fémoro-tibial et tibio-métatarsien. Les mensurations des rayons osseux par Colin assignent, au total, 149 centimètres au membre antérieur, et 173 au membre postérieur — ces chiffres s'appliquant à l'extension extrême et théorique.

Au repos, dans la station verticale, les quatre colonnes de soutien du corps supportent celui-ci dans une position sensiblement horizontale; la différence de longueur de 24 centimètres des deux membres, antérieur et postérieur, citée plus haut, est masquée par la fermeture des angles articulaires du membre postérieur. L'ouverture de ceux-ci produira le mouvement; et nous touchons ici à la condition de la traction: fléchissement des rayons des membres, diminution de leur projection verticale et, conséquemment, abaissement de la taille suivi d'un redressement qui accompagne le mouvement d'extension du temps suivant. Le cheval qui déploie son effort se rapetisse; et c'est dans les membres postérieurs, propulseurs, que résident les mouvements de flexion et d'extension maxima transmettant, à la croupe, un véritable mouvement vertical de bas en haut; et le cheval trop grand touche à la voûte par le sommet de la croupe.

Indépendamment de cette particularité de l'allure du tractionneur, une mention spéciale doit être faite de l'adresse déployée par nos chevaux de mines, de nos poneys en particulier, qui s'étirent comme des chats aux endroits difficiles, aux passages trop bas.

En valeur absolue la taille varie, pour les poneys, de 1 mètre 25 à 1 mètre 30; pour le gros de l'effectif de 1 mètre 50 à 1 mètre 62, abstraction faite des extrêmes, et compte tenu des nécessités des différentes concessions et des divers quartiers d'un même siège.

La plupart de nos remotes étant achetées à l'âge de quatre ans, nous devons prévoir un accroissement de la taille de quelques centimètres jusqu'à

l'âge adulte, soit 16 millimètres pour un cheval de 1 mètre 60 selon les « classiques » qui lui assignent un accroissement de 1 % pour la période de quatre à cinq ans.

Nous nous sommes appliqués à la vérification de ces données sur nos chevaux.

En faisant la part de toutes les causes d'erreur qui peuvent s'immiscer dans la délicate mensuration de la taille au garrot: inclinaison de la canne, conformation du garrot, état du sabot, état de la ferrure en particulier, — la majorité de nos remontes belges, ferrées « à la marchande » lors de leur acquisition, accusant, de ce fait seul, comme taille initiale, un excédent qu'il n'est pas exagéré d'évaluer à quelque deux centimètres — nous pensons avoir vérifié, pour la moyenne de nos chevaux, l'accroissement classique prévu de 2 centimètres environ de quatre ans à l'âge adulte.

Il n'est évidemment pas surprenant que, pour certains sujets, cet accroissement soit nul, et, pour d'autres, un peu plus marqué. Nous croyons cependant devoir signaler, à ce point de vue, l'accroissement particulièrement important que nous avons noté sur quelques gros chevaux de plus de 800 kilos employés au service des wagons, et qui ont grandi, de quatre à six ans, de 1 mètre 65 à 1 mètre 71 ou 1 mètre 73.

Il s'agit vraisemblablement ici d'une ossification tardive des cartilages de conjugaison, bien faite pour expliquer le développement considérable atteint par ces gros « brabançons ».

*
* *

Quelques lignes seulement sont à consacrer à la robe.

Si tous les connaisseurs ont vérifié l'exactitude du vieux proverbe qui se rencontre déjà dans les

« Elémens de Cavalerie » de la Guérinière, 1754: « Il est de tous poils bons chevaux », il n'en est pas moins vrai que les mêmes connaisseurs, pris individuellement, marquent tous, plus ou moins, quelque préférence ou quelque défiance pour telle ou telle robe.

En effet, nous ne saurions souscrire intégralement à l'avis de la Guérinière, selon lequel « la bonté d'un cheval dépend uniquement de sa ressource et de sa vigueur qui sont des qualités intérieures, et non de son poil qui n'est qu'un jeu de la nature ». Pour nous, les jeux de la nature n'existent point: tout a une cause et un effet qu'il s'agit de démêler; et l'être vivant, l'unité biologique, est indivisible.

L'état actuel de nos connaissances ne nous éclaire pas encore beaucoup sur le sens et la valeur des pigmentations. Il n'en est pas moins vrai que des relations entre « le poil et les qualités intérieures peuvent être empiriquement reconnues et mises à profit.

Pour nous en tenir à ce même auteur ancien, à la lecture duquel nous trouvons encore beaucoup d'intérêt, nous en citerons ceci que nous faisons entièrement nôtre-cette fois: « On estime peu les chevaux qui ont les flancs et les extrémités lavés, c'est-à-dire clairs et blafards ».

Dans la race belge, — que le jugement de la Guérinière ait une portée générale, ou que cette décoloration soit l'indice d'un retour regrettable vers l'ancêtre flamand — les grandes balzanes, les belles faces, les sabots blancs, le défaut de pigmentation désignent très généralement des sujets lymphatiques, débiles, peu dignes de retenir l'attention de l'acheteur.

Inversement nous affectionnons particulièrement, quant à nous, le « cap de maure », le « rouan », le « gris truité ou moucheté » pour nous, en tenir à ceux-ci, et ne craignons pas de nous affirmer assez imbus de préjugés pour croire que nous trouverons

sous ce poil, préférablement aux autres — toutes choses égales d'ailleurs — des sujets forts, courageux et rustiques.

Dans la pratique, le « gris truité » n'existe pour ainsi dire pas dans la race belge, ni dans sa proche parente, la race de trait du Nord; le « cap de maure » est peu nombreux; mais le « rouan » fournit un contingent appréciable de nos remontes, le bai représentant à lui seul plus de 50 % de l'effectif.

Naturellement la considération de la robe est véritablement secondaire dans l'appréciation des sujets qui nous sont présentés, et ne saurait retenir autrement notre attention en face des réelles difficultés que nous éprouvons à trouver des mineurs du « type » et du « service » dont nous avons déjà tracé une esquisse.

*
* *

Ceci dit, nous n'aurons que peu de chose à ajouter relativement au *choix de nos chevaux*.

Dans la recherche d'un sujet bréviligne, refoulé, trapu, c'est-à-dire court, large et près de terre, notre examen porte d'abord sur le dessus, le dos et les reins que nous voulons brefs et droits. L'ensellement ne pourra jamais être assez considéré comme un signe fâcheux; la colonne vertébrale, pour transmettre les poussées qu'elle supporte dans la locomotion, pour prêter plus d'ampleur aux deux grandes cavités splanchniques, ne doit pas s'écarter de sa voussure, de son cintre naturel — conformation masquée d'ailleurs par l'inégale longueur des apophyses épineuses aux différents points de la voûte.

Il est plus évident encore que nous devons rechercher le cheval court dans le dessus, la rigidité de cette tige de transmission qu'est la colonne vertébrale étant étroitement liée à sa brièveté. Pratiquement les chevaux, défectueux dans le dessus, s'avèrent

de mauvais démarreurs, et nous gardons en mémoire cette observation d'un confrère, entrepreneur de halage sur les canaux du Nord: dans ce dur service où le cheval doit souvent résister, sur place, au courant qui s'oppose à la marche du bateau, les chevaux longs, ensellés, mauvais dans la tige dorso-lombaire, sont entraînés par la péniche et tirés à l'eau.

Poursuivant notre examen, nous nous efforçons de sélectionner un cheval surbaissé ainsi qu'il ressort de tout l'exposé précédent. Ceci peut se traduire mathématiquement par l'expression suivante de l'effort à épaules d'après Baron:

$$E = a \times \frac{C^2}{H}$$

a coefficient variable avec l'allure du cheval,

C périmètre thoracique,

H taille au garrot.

où nous voyons qu'il faut chercher H le plus petit possible pour C le plus grand possible, ce qui se traduit par l'ampleur thoracique et le « près de terre ».

Les indices zootechniques suivants, calculés, l'un sur le type moyen de nos chevaux, l'autre sur le sujet que nous considérons quasiment comme le prototype du « mineur », rendront compte de la façon dont nous satisfaisons, dans la pratique, aux différentes indications précisées:

	« Eliot »	Type mineur moyen
Taille.	1.60	1.54
Périmètre thoracique. . . .	2.25	2.02
Tour de canon.	25	24
Poids.	750	630
Indice de compacité	$\frac{750}{60} = 12.5$	$\frac{630}{54} = 11.6$
Longueur scapulo-ischiale. . .	165	165
Indice corporel.	$\frac{1.65}{2.25} = 0.73$	$\frac{1.65}{2.02} = 0.81$

L'indice de compacité supérieur à 10, et l'indice

corporel inférieur à 0,85 dénotent théoriquement les sujets brévilignes.

Nous voyons, par les chiffres précités, comme nos chevaux satisfont largement à ces conditions et se rangent nettement dans les *ultra-brévilignes*.

Quant à l'appréciation de l'ouverture, de la largeur du sujet, celle-ci se juge naturellement de face ou postérieurement; mais nous devons signaler toute l'importance que nous attachons, indépendamment de la considération ordinaire de la poitrine et de la croupe, à l'examen de la tête — la tête sur laquelle est si justement fondée la classification actuelle des races.

Indépendamment des variations ethniques, nous considérons que, dans le front, doivent se lire les proportions amples ou étriquées qu'en harmonie nous retrouvons dans toutes les parties du corps: poitrine, croupe, articulations; le front étroit, allongé dans le sens de la hauteur étant généralement l'indice d'un ensemble de proportions corporelles à condamner.

Evidemment nous avons à rechercher enfin une *musculature* fortement développée: une croupe double, un anus fortement enfoncé dans le détroit postérieur du bassin entre les masses musculaires, une fesse bien descendue, une épaule rebondie, ce qui correspond à un développement des corps musculaires aux dépens de leurs tendons, simples organes de transmission.

Ici encore un appel à la physiologie n'est pas inutile. Nous devons nous rappeler que, dans la fibre musculaire striée, la contraction d'une succession linéaire de n disques sombres produit n raccourcissements élémentaires dans la fibre; que, par contre, la contraction de n disques sombres juxtaposés latéralement ne produit qu'un seul raccour-

cissement élémentaire dont la puissance est multipliée par n .

Pratiquement cela représente un muscle long et grêle, organe de vitesse, ceci, la section d'une masse musculaire, organe de force; et, une fois de plus, reparaît la vieille antinomie à laquelle nous nous excusons de revenir si souvent.

CONDITIONS GÉNÉRALES

D'EXISTENCE DU CHEVAL DES MINES

Habitat

Jusqu'ici notre cheval n'est « mineur » que de destination, et les lecteurs friands d'une étude de mœurs.... de cheval seraient en droit d'éprouver quelque impatience.

A ce propos nous nous permettrons une parenthèse psychologique : la légende, les représentations de notre imagination sont, comme de coutume, infiniment plus merveilleuses que la banale réalité ; et la vie de notre brave animal n'a rien de véritablement exceptionnel. Évidemment la plus noble conquête de l'homme n'en est pas moins, pour cela, une conquête à la discrétion d'un maître plus ou moins généreux. Cependant, malgré notre affection réelle pour le cheval et particulièrement pour ces bonnes bêtes de la mine, douces, placides, sympathiques entre toutes, dont l'existence est absolument associée, mêlée à celle de l'ouvrier du « fond », nous devons à la vérité d'affirmer qu'entre tous ses congénères, le cheval de mines n'est effectivement privé de rien, hormis la lumière du jour qui ne nous a jamais semblé faire visiblement partie de la conception solipède du bonheur.

Quand on l'introduit dans la « cage », monstrueux ascenseur pour soixante personnes, qui descend à 400 ou 1.200 mètres, il manifeste ti-

midement quelque surprise à pénétrer dans ce nouveau genre de box; à sentir ensuite le sol céder sous ses pieds pour quelques minutes; à éprouver peut-être aussi dans les oreilles, au cours de la descente, ces espèces de bourdonnements, ces clapotements plus exactement qui correspondent, pensons-nous, à des adaptations de pression de l'oreille moyenne.

A aucun moment il ne paraît privé de la lumière du soleil, non plus que son retour à la surface pour quelque traitement ou par suite d'un chômage prolongé ne s'accompagne de manifestations de joie débordante; au contraire, ajouterions-nous volontiers: pendant la saison d'été le cheval de mines occasionnellement remonté au « jour », témoigne une irritabilité, une sensibilité frappantes aux mouches qu'il ne connaissait plus. L'enduit bleu que nous appliquons sur les vitres des écuries les plus éclairées, suffit à parer, dans une grande mesure, à cet inconvénient.

Les brusques variations de l'éclairement, en passant du « jour » au « fond » nécessitent dix ou quinze minutes d'accommodation, adaptation d'autant plus lente et pénible que la lumière du jour est plus vive, la descente s'effectuant par une belle journée d'été par exemple.

Nous devons faire immédiatement justice d'une légende suivant laquelle le cheval de mines perdrait la vue après un séjour plus ou moins long dans l'obscurité du sous-sol. A en juger par ce que nous observons, le retour à la lumière du soleil, au contraire, serait-ce après plusieurs années, s'opère avec une grande facilité. Nous en rapportant un peu à nous-même nous constatons que l'accommodation, représentée par une seconde d'éblouissement, peut être qualifiée d'instantanée comparativement à ces dix ou quinze minutes de cécité plus ou moins complète dont s'accompagne l'arrivée au « fond ».

Le cheval de mines comme le cheval tout court d'ailleurs, jouit, dans l'obscurité, d'une *vue* absolument satisfaisante; il semble, en beaucoup de circonstances, mieux doué à cet égard que nous-mêmes qui, par les nuits les plus profondes, par les brouillards les plus denses, nous en sommes souvent remis momentanément à lui du soin de nous diriger.

« Au fond », la pupille dilatée envahissant toute la face antérieure du globe oculaire, notre cheval s'arrange de la moindre lueur de la lampe du mineur pour diriger ses pas: un grossier badigeonnage à la chaux des « parements » et « du toit », étant appelé à diffuser ce modeste éclairage dans les galeries les plus fréquentées.

En certaines régions, une lampe est accrochée au collier de l'animal: mais, en général, celle du conducteur, juchée sur la première berline du convoi, suffit à éclairer l'équipage, et nous pouvons hardiment affirmer que tous les heurts, tous les chocs, les accidents divers résultent plutôt d'une impossibilité matérielle de les éviter que de quelque défaut de la vision de l'animal.

Enfin, les abords du puits; souvent aussi l'écurie, si le grisou ne s'y oppose pas, sont les contrées ensoleillées de la mine, celles où brillent, dans les sièges privilégiés, quelques ampoules électriques.

En somme les ténèbres du sous-sol sont, dans la réalité, quelque chose de très relatif à quoi bêtes et gens s'habituent parfaitement et sans souffrance.

Par raison de continuité avec cette question d'éclairement, envisageons, maintenant, la *température*.

La théorie enseigne que le degré géodésique correspond à un enfoncement de trente mètres dans la terre; autrement dit, la température s'élève d'une unité centigrade toutes les fois que le thermomètre

progresses de trente mètres vers le feu central. Ceci donnerait, pour les mines de 1.200 mètres dont nous avons parlé, une élévation de 40° par rapport à la surface; la réalité est naturellement tout autre par suite de l'aérage, de la ventilation, que de puissantes machines établissent dans tout le réseau souterrain, et dont l'industrie houillère fait une de ses principales préoccupations.

Un siège, une unité houillère comporte une canalisation très compliquée s'abouchant, aux deux extrémités, à deux manchons formidables constitués par les deux puits: un puits d'entrée d'air en communication avec l'atmosphère, et un puits de retour d'air dont l'orifice obturé est en communication avec des ventilateurs réalisant une pression négative ou aspiration de 110 millimètres d'eau. Dans toute la canalisation, la circulation de l'air est guidée par des « feniesses » que nous appellerons plutôt des vannes, ne fût-ce qu'en raison du véritable bruit d'écluse que le courant d'air y produit en passant.

De cette manière, chaque recoin de la mine reçoit de l'air frais atmosphérique; celui-ci s'échauffe dans son parcours à travers cette espèce de canalisation rocheuse, et la température du fond est, autant et plus, fonction de l'aérage plus ou moins violent que l'on y admet, que de la profondeur.

Les maxima enregistrés dans certains chantiers, dans certaines écuries, ne dépassent jamais de plus de 15°, dans les puits les plus profonds, la température extérieure, ce qui cependant nous amène parfois, — après le travail ou bien lorsque le dimanche l'effectif complet se trouve dans ses stalles, — à des températures de 25° centigrades.

Ceci appelle une réflexion un peu spéciale.

Les écuries froides, balayées par le courant d'air, entraînent un amaigrissement des chevaux, par la consommation du calorique de réserve, des graisses

dont la physiologie a donné de multiples démonstrations d'ailleurs. Les écuries modérément chaudes, au contraire; celles qui s'emplissent du chant des grillons et — contrepartie de la prosaïque nature — du grouillement des cloportes ou des blattes dont chaque mangeoire recèle plusieurs spécimens; celles où l'air semble lourd, confiné, où les chevaux de retour du travail sèchent lentement abritent presque toujours des sujets gras, pléthoriques parfois. Bien entendu il ne s'agit pas ici d'animaux surmenés, pauvres victimes de l'autophagie, chez qui la chaleur ambiante serait impuissante à faire apparaître la moindre cellule graisseuse: l'air chaud jouant simplement un rôle d'épargne, un rôle inhibitoire vis-à-vis de l'irradiation.

En certains quartiers chauds et plus particulièrement, nous a-t-il semblé, dans les mines profondes où les effets de la pression barométrique s'ajoutent à ceux de la température, des chevaux manifestent en permanence au travail une dyspnée aiguë; le rythme respiratoire est quintuplé, décuplé et, fait digne de remarque, les battements du cœur ne suivent pas la même accélération: quelque soixante pulsations correspondent à cent inspirations environ à la minute. Les chevaux semblent à bout, sur le point de tomber; et cependant cet état persiste durant des mois, se répétant chaque jour, sans que la santé ou l'entretien des animaux paraisse s'en ressentir si peu que ce soit. Il n'est évidemment point ici question de surmenage; l'embonpoint d'une part, la tenue du cœur d'autre part l'attestent suffisamment.

Ne sommes-nous point plutôt en présence d'un phénomène de ventilation pulmonaire, d'une polypnée thermique comparable partiellement à celle du chien ?

La question *habitat* de nos chevaux est naturelle-

ment connexe de celle de leurs conditions générales d'existence.

Conformément au décret du 19 Août 1911, « l'air des écuries ne doit passer sur aucun chantier » — obligation édictée par le souci d'éviter la propagation d'un incendie qui prendrait naissance dans la paille ou le fourrage de nos chevaux.

Ce règlement entraîne la nécessité de doter les écuries d'un aérage autonome, auquel cas elles reçoivent de l'air pur et peuvent être pourvues de l'éclairage électrique; ou bien de placer celles-ci sur le retour d'air, près du puits, les chevaux dans cette éventualité n'ayant à leur disposition qu'une atmosphère chaude, viciée, grisouteuse parfois et incompatible avec l'installation électrique.

L'écurie du fond affecte toujours la forme d'un couloir, cette disposition longitudinale lui donnant plus de solidité et nécessitant, en tout cas, un étayage, un boisage moins compliqué que celui que comporterait une excavation aussi large que longue. Le plus généralement les animaux sont rangés en sens inverse, de chaque côté du couloir, parallèlement à l'allée centrale bordée d'arbres — entendons par là les « bois » qui servent au soutènement du « toit ».

Pour la commodité du conducteur qui doit brider et harnacher dans la stalle, les chevaux sont disposés le côté gauche vers l'axe du couloir et le côté droit vers la paroi. Chaque stalle se trouve limitée, vers son côté libre, par une simple chaîne, le bal-flanc étant tenu comme une complication inutile vu la douceur générale de nos animaux.

Parfois aussi les chevaux sont disposés suivant la petite dimension du couloir, côte à côte, séparés les uns des autres par les « bois » — barrière morale pourrait-on dire, mais bien suffisante dans la pratique.

Le long des « parements » ou parois courent, en

avant des animaux, mangeoire et râtelier; en arrière, le chemin de service. La mangeoire, avec ses deux compartiments, faite en ciment le plus souvent, requiert, de temps à autre, et suivant les lieux, la réparation des fissures causées par les mouvements de terrain, mouvements qui font particulièrement sentir leurs effets sur ces mangeoires longitudinales de quarante ou cinquante mètres, adoptées dans la seconde combinaison d'écurie décrite plus haut.

Au surplus toute galerie creusée dans les roches doit être considérée comme subissant, de toutes parts, des pressions centripètes qui se transmettent et se répartissent à ces profondeurs comme elles le feraient dans une masse liquide et, question de temps ou de vitesse mise à part, tendent en définitive à combler les vides; d'où périodiquement, à intervalles plus ou moins longs, nécessité de rehausser le « toit » ou « couronne » et de creuser la « sole ».

Le râtelier, accessoire qui suppose une certaine hauteur de l'écurie, fait quelquefois nécessairement défaut; toutes les excavations étant calculées au plus juste par raison de solidité et d'économie, et la hauteur, le plafond — pour emprunter à l'aviation la terminologie de ces questions souterraines — étant à la mine ce qui manque le plus.

Il se rencontre, « au fond », des écuries de toute importance, de une à soixante unités.

La grande écurie, quand elle est possible, a pour elle tous les avantages de la concentration: économie dans l'installation, dans la main-d'œuvre; facilité de surveillance; régularité dans la distribution des rations; toutes choses particulièrement difficiles à assurer aux jours de repos et de chômage, véritable cauchemar de tous ceux qui assument la direction des grosses cavaleries industrielles. En contrepartie, un léger inconvénient de la concentration résulte de l'élévation de la température causée par toute agglomération.

mération d'êtres vivants dans un espace insuffisant, défaut d'ailleurs pallié par la ventilation artificielle établie dans toute la mine.

De bout en bout de l'écurie, une voie ferrée sert au transport des vivres, et une canalisation en fonte est prévue pour l'adduction de l'eau, exceptionnellement celle-ci étant aussi descendue en tonneaux pour l'abreuvement quotidien.

Commensaux habituels de nos chevaux, vivent, à l'écurie du fond, quelques petits rongeurs, rats et souris surtout, qui se faufilent dans la paille, à l'approche de l'homme, avec un bruissement insolite. Il est à peine besoin de préciser ici que ces petits animaux paraissent en tous points semblables à leurs congénères du jour, la croyance quelque peu répandue, qui en fait des rats ou des souris blanches par une vague assimilation sans doute avec la chicorée des caves, étant absolument erronée.

Au lendemain de la guerre, nos mines, désertes comme des catacombes, ne contenaient naturellement plus un de ces rongeurs, noyés ou morts de faim. L'exploitation reprenant, l'ouvrier du « fond » ayant rejoint ses chantiers avec son « briquet », sa croûte, l'écurie surtout s'étant garnie de nouveau, rats et souris firent leur réapparition.

Pour réfréner ce commensalisme coûteux et mal-propre, de braves chats furent appelés à la rescousse. Le chat de chaque étage, voué au célibat, élit domicile à l'écurie; il se nourrit du produit de sa chasse, du morceau de pain que ses amis, les mineurs, prélèvent sur leur collation et, enfin, et surtout de la tasse de lait quotidienne prévue au budget de la mine et servie par son compagnon, le garde-écurie: « l'homme qui fait rire le chat ».

DU TRAVAIL DE NOS CHEVAUX

EN GÉNÉRAL

Les Modalités

Pour étudier le travail de nos chevaux, nous nous proposons de donner d'abord une description d'ensemble de celui-ci pour passer ensuite à son analyse et à son calcul si possible.

Les vingt-quatre heures de la journée se décomposent parfaitement en trois « postes » de huit heures, mais, en général, chaque journée ne comporte pas plus de deux postes en réalité, un le matin, un l'après-midi.

La loi de « huit heures » appliquée aux charbonnages s'interprète en calculant le temps qui s'écoule de la « descente » du premier ouvrier à la « remonte » du dernier ce qui, compte tenu du « briquet », du temps nécessaire à la descente complète du personnel et à son arrivée sur les chantiers, fait ressortir à 6 heures 15 environ la durée du travail réel.

L'effectif normal d'un siège se répartissant également ou à peu près entre les deux postes, chaque cheval sauf incident, doit, par conséquent effectuer un travail de 6 heures 15, ce qui fait tout de suite prévoir une intensité toute particulière de l'effort, les classiques qui ont étudié les conditions optima de l'utilisation du cheval n'ayant jamais assigné moins de huit heures par jour à la durée du travail effectif.

•

Si nous serrons d'un peu plus près la réalité, nous constatons aussitôt que ces 6 heures 15 se trouvent encore réduites du fait qu'au début de la journée, et jusqu'à ce que l'équipe d'ouvriers d'un chantier donné ait abattu le charbon d'un convoi, notre cheval ne pourra s'employer qu'à l'enlèvement du petit stock, du « volant » ménagé la veille pour pallier, dans la mesure du possible, à cet inconvénient, pour combler cette espèce de vide des premières heures de la journée, — vide si sensible qu'en beaucoup de sièges ce n'est qu'après le « briquet », collation d'une demi-heure prise à « mi-poste », que la « coupe », l'extraction bat véritablement son plein.

Il y a là pour des chevaux qui, numériquement, nous le verrons, n'accomplissent pas un travail excessif, un facteur réel de surmenage dans la réglementation actuelle de la journée de travail. Les services rapides ruinent les moteurs animés. Nous n'en voulons pour preuve, un travail de 1.000 kilogrammes étant donné, que cette détermination de la consommation des protéines qui, du pas au trot, varie de 1 à 2.56 suivant l'allure du cheval. (*Traité de zootechnie*, DECHAMBRE); le moindre accroissement de l'excrétion azotée étant déjà un indice de surmenage, et le travail normal ne devant provoquer qu'un appel aux hydrates de carbone.

Les grandes fonctions : circulation, respiration d'une part, excrétion d'autre part, sont comme réglées pour un optimum de régime de marche dont l'organisme ne peut s'écarter que provisoirement. Toute machine, vivante ou non, a une vocation assez étroite sur laquelle sa souplesse, son élasticité occasionnelles ne doivent point faire illusion.

Dans la généralité le travail consiste à faire circuler sur un parcours donné, entre deux « tiernes » c'est-à-dire deux relais — un supérieur et un inférieur — un convoi de « vides » dans un sens, un convoi de « pleins » en sens contraire :

Suivant l'importance du coefficient de traction la longueur des rames varie de huit à douze berlines — pour nous en tenir aux limites courantes; — le poids mort de chaque berline s'élevant à peu près à 250 kilogrammes et sa charge utile en charbon à 500 kilogrammes,

soit: $C_u = 2 P_m$.

En « stériles », en « terres » comme dit le mineur, en cailloux noirs, ce chargement s'élève à 800 kilogrammes, d'où le poids variable, selon leur composition, de trains de même longueur — la moyenne ressortant à un peu moins de 10 tonnes.

Un courant de « vides » s'établit donc entre le puits central et « le front de taille » c'est-à-dire les chantiers, et un égal courant de « pleins » — berline pour berline — est entretenu vice-versa, les croisements s'effectuant aux « tiernes ». Cette disposition évite l'installation d'un double roulage coûteux tant par la création d'une voie supplémentaire que par l'élargissement nécessaire de la galerie; elle ne comporte aucun inconvénient si la longueur des parcours est bien calculée.

La seule considération du cheval conduirait à espacer les relais dans toute la mesure possible pour diminuer le nombre des démarrages, mais une autre raison s'impose à nous, celle de l'exploitation à laquelle les à-coups doivent absolument être évités sous peine d'une diminution de rendement.

Si une équipe d'ouvriers, travaillant à deux kilomètres du puits central, produit un convoi de douze berlines toutes les dix minutes, les deux kilomètres de parcours seront fractionnés en autant de sections qu'il sera nécessaire pour que chaque relai soit couvert en dix minutes, toutes manœuvres comprises, pour que six fois dans l'heure un convoi de « vides » arrive au chantier et, vice-versa, une rame de charbon en reparte.

Quoiqu'il nous en coûte de répéter les démarrages de nos chevaux, ceux-ci seront malheureusement d'autant plus fréquents que la productivité de la « taille » sera plus élevée et son éloignement de « l'accrochage » plus grand.

Tout ceci donnerait à penser que la longueur des relais est uniforme pour une voie donnée: il n'en est rien par suite des anastomoses horizontales ou verticales que présentent toutes les voies et dont nous avons donné une image. La même loi préside toujours à la segmentation du trajet sous réserve d'une complication supplémentaire à chaque affluent. Les trajets trop courts multiplient les efforts violents, déterminent des synovites, des ostéites, des efforts de tendons; les relais trop espacés surmènent les chevaux et forcent la machine; un optimum est à déterminer à égale distance des extrêmes. Les parcours assignés à chaque cheval varient, dans la pratique, de 150 à 750 mètres pour rester dans les limites courantes.

Comme nous l'avons mentionné plus haut, le poids total d'un convoi atteint couramment dix tonnes, chargement monté sur des roues de trente centimètres de diamètre et cheminant dans des courbes à petit rayon sur des voies en très mauvais état à l'occasion.

L'effort de démarrage, nécessité par l'ébranlement d'une telle masse, peut paraître extraordinaire; en réalité nous devons observer que ce démarrage est fractionné, que les douze berlines du convoi ne forment pas un tout rigide, et que le crochet d'attelage de deux berlines consécutives leur laisse, l'une par rapport à l'autre, un jeu longitudinal de trente-cinq à quarante centimètres. Avant le départ, le conducteur veille à ce que les tampons de toutes les bennes soient adossés les uns aux autres: le cheval se mettant sur trait ébranle facilement le premier wagonnet: celui-ci parcourt quarante cen-

timètres et tend le crochet d'attelage; la force vive qu'il possède à ce moment contribue au démarrage du second wagonnet et pareillement de proche en proche, l'effort déployé par le cheval croissant progressivement de la première à la douzième berline. Si, pour une raison quelconque, une première tentative de démarrage reste sans succès, le conducteur, avant de la renouveler, a soin de rétablir l'accouplement des tampons précédemment réalisé.

Cette progressivité du démarrage, ce fractionnement de l'effort joue, dans une certaine mesure, un rôle analogue à celui des traits élastiques du Général Morin dont l'excellence n'est plus à démontrer.

Notre convoi mis en route, nous passerons à l'étude de la vitesse de notre animal en charge.

La formule classique exprimant, en fonction de sa taille, la vitesse à la seconde du cheval attelé au pas donne

$$V = \frac{3}{4} H$$

soit pour un cheval de 1 mètre 60 une vitesse de 1 mètre 20 à la seconde, de 4 kilomètres 320 à l'heure

Dans le cas de notre étude, la vitesse nous a semblé notablement plus élevée.

Nous nous sommes défié, par principe, des chronométrages qui ne sont assez souvent que le moyen de grossir et multiplier les erreurs inhérentes à toute mesure. Notre expérience, corroborée par celle des habitués de la mine, nous enseigne que, s'il survient derrière nous, dans une galerie où nous marchons bon pas, un convoi attelé, cheminant dans le même sens, nous devons faire tous nos efforts pour n'être pas rejoint, et forcer le pas jusqu'à six ou sept kilomètres à l'heure — 6 kilomètres 500 pour rester certainement dans les limites de la réalité.

Nous avons cherché l'explication de ce fait d'observation: en premier lieu, toute peinture des choses de la mine serait inexacte si elle ne représentait pas

ce bruit, cette hâte, cette force rude, cette espèce d'acharnement qui caractérise le mineur au travail, cette sorte de fièvre dont il soulient son activité pendant la « coupe » ; fièvre, hâte, vitesse que notre cheval, rouge de la machine, est obligé de partager.

En second lieu, par l'intensité de l'effort de traction, par la réduction des parcours, interrompus encore, comme nous l'avons vu, au passage des vanes d'aérage, le travail de nos chevaux est une succession de puissants coups de collier.

Or il est d'observation courante que, par une espèce de sentiment de crainte, le cheval de trait, attelé à de lourds fardeaux, accélère sa vitesse par un sursaut d'énergie visible comme si, à l'effort de traction ordinaire, il superposait, par mesure de sécurité, une certaine force vive qu'il emmagasine dans son convoi.

En fait notre cheval de mines travaille souvent aux environs de son effort limite : marchant à cette vitesse de 6 kilomètres 500 ne prend-il pas en quelque sorte son élan d'une façon permanente ou du moins durable ? Ne fait-il pas cette provision de force vive que nous venons de relater pour conduire avec certitude, à destination, un fardeau dont il n'est pas sûr de venir à bout ?

Une troisième explication — psychologique si l'on peut dire — peut être donnée de cette vitesse qu'il faut bien qualifier d'extraordinaire. Il est bien connu, dans les troupes à cheval, que les étapes lant au pas qu'au trot se font, indépendamment du cavalier, à un train beaucoup plus vif la nuit que le jour ; or « au fond », c'est en permanence l'étape de nuit.

Un rapprochement n'est-il pas à faire entre celui qui, dans la nuit, sans point de repère, sans vérification possible, marche délibérément, fonce dans le noir, absorbé par la seule pensée d'avancer et

celui qui, selon la locution populaire, méconnaissant la moyenne mesure de la voix humaine « crie comme un sourd » ?

Mise en défaut du « self-control » ; dérèglement partiel des mouvements de part et d'autre. Le cheval de mines, comme le mineur qui suit une « bowette », d'ailleurs, marchent spontanément, irrésistiblement, semble-t-il, au pas accéléré et, à cet effet spécial de l'obscurité, l'accoutumance ne paraît même pas se produire.

Dans son travail, chaque animal accomplissant sa besogne sur un secteur bien déterminé, toujours le même, échelonné en moyenne sur trois cents mètres environ, acquiert, à force d'habitude, une adresse remarquable, une espèce de prévoyance — résultat de l'association qu'il a observée et retenue entre les événements de la mine — très voisine de l'intelligence.

Tous les trous de la « sole », toutes les saillies du « toit » (bois de soutènement, tuyauterie de l'air comprimé ou de l'eau), tous les accidents des « parements », tous les raidillons de la voie lui sont familiers. Il sait, en certains quartiers, ouvrir d'un coup de tête les « feniesses » ou portes d'aérage. Il connaît enfin, nouveau cheval d'Elberfeld, le nombre de berlines de son train ordinaire, et ne souffre pas de supplément : il n'y a pas à mettre en cause, ici, l'excédent de résistance qui est variable avec l'état du roulage non plus que le poids du convoi qui n'est pas, comme on l'a vu, uniquement fonction de la longueur. C'est la série des claquements des crochets d'attelage au départ qui le renseigne approximativement sur la longueur de la rame, le démarrage de chaque berline s'accompagnant d'un bruit métallique qui correspond à la tension de son crochet d'attelage.

A l'« accrochage », à la « recette des pleins », il nous a été donné de faire des observations plus

curieuses encore : en certains sièges l'« emballage », c'est-à-dire le chargement des berlines dans l'ascenseur se fait des deux côtés du puits, alternativement, et ce sont des chevaux qui d'un coup de collier lancent le quantum voulu des waggons. Un coup de gong pour le nord, deux coups pour le midi, par exemple, avertissent le conducteur de son tour de lancer. Les chevaux, qui assurent régulièrement ce service d'« accrochage » interprètent, avant leur maître, le signal conventionnel ; celui du nord démarre sans s'y tromper sur un coup de gong, et celui du sud sur deux coups.

Enfin, dételé dans la « bowette » voire à « front de taille », ou terminus de la galerie, à l'heure du « drapeau », à la fin de la journée, maint cheval est capable de parcourir dans cette obscurité totale, pour regagner son écurie, seul et sans lumière aucune, plusieurs kilomètres dans ce dédale souterrain, guidé par la voie ferrée dont il ne quitte pas le milieu, par le courant d'air dont il connaît la direction et enfin, croyons-nous, par un sens de l'orientation que l'homme ne possède qu'à l'état embryonnaire, encore qu'à des degrés variables d'un individu à l'autre.

Entre les mains de son conducteur attitré — car il s'établit une espèce de sympathie, parfois exclusive malheureusement, entre l'animal et l'homme — notre cheval parvient à régler ses mouvements avec un automatisme parfait, et — les manœuvres de relais mises à part, — nos attelages du fond peuvent être pour beaucoup abandonnés à leur travail quasiment sans conducteur.

Dans la pratique cet automatisme de nos animaux est largement mis à profit, le personnel conducteur se recrutant — la part faite aux exceptions — parmi ceux que l'âge, jeunes ou vieux, ou l'inaptitude générale ne permettent pas d'employer directement à l'exploitation.

A propos de l'instinct supérieur de nos chevaux de mines, l'habileté de nos petits poneys, véritables chiens savants, mérite une mention spéciale.

Une rame entraînée par une pente anormale menace-t-elle notre poney ? Il montre une vivacité surprenante pour esquiver ou pour se jucher sur une berline si là est la seule porte de salut.

Au « drapeau », l'entrée de l'écurie est-elle barrée par un wagonnet de vivres, fumier ou matériaux divers ? Notre poney, encore, escalade la berline comme au cirque !

Nous n'avons évidemment pas l'intention d'affirmer que telle est la manière de faire ordinaire de ces petits chevaux, mais seulement de donner la mesure de ce dont ils sont capables, de ce que d'aucuns accomplissent effectivement. Tout ceci, avec mille autres manières aimables, leur gagne bien cette affection toute spéciale en laquelle les tiennent les ouvriers du fond.

ANALYSE MÉCANIQUE

DU TRAVAIL DE NOS CHEVAUX

Sa Nature

Quelques considérations de mécanique nous semblent maintenant nécessaires pour l'analyse du *travail de nos chevaux*, pour son évaluation, son calcul si possible; et, enfin, pour les enseignements que l'on en peut tirer quant à l'utilisation du cheval en général.

Un train de berlines étant supposé au repos, la première recherche qui s'impose à nous, recherche particulièrement importante dans le service spécial de nos chevaux, tel que nous l'avons représenté, est celle de l'effort de démarrage, abstraction faite des frottements que nous considérerons ensuite.

Comme il ressort de ce qui précède, le poids moyen d'un train est de l'ordre de 10.000 kilogrammes.

Le démarrage d'une rame — supposée, pour simplifier, d'une seule masse et non décomposée en wagonnets plus ou moins solidaires les uns des autres — se ramène à un mouvement uniformément accéléré aboutissant, après quelques secondes, à un mouvement uniforme, le cheval réduisant spontanément son effort à épaules.

Pour chiffrer tout ceci, nous pouvons, nous basant sur les données de l'observation, et sans risquer beaucoup de nous tromper, poser que ce mouvement uniformément accéléré se prolonge pendant quatre

secondes, et que la vitesse du mouvement qui s'ensuit est de l'ordre de 6 kilomètres 500.

L'équation générale de la force, et de l'effort de démarrage en particulier, est

$$F d = m \gamma$$

m représentant la masse du convoi.

γ représentant l'accélération du mouvement déterminé par $F d$.

Dans notre cas particulier on tire, de l'équation générale,

$$\begin{aligned} v &= \gamma \times t \\ \gamma &= \frac{v}{t} = \frac{1.80}{4} = 0.45 \end{aligned}$$

1.80 représentant la vitesse en mètres par seconde, soit $\frac{6.500}{3.600} = 1.80$.

Quant à la masse elle se tire de la formule classique: $M = \frac{P}{g}$

P étant le poids,

g étant l'accélération de la pesanteur,

soit 9.81, nous avons

$$M = \frac{10.000}{9.81} = 1019.$$

D'où $F d = 1019 \times 0.45 = 458 \text{ k. } 55$, en grös 460 kilogrammes.

Nous verrons, tout à l'heure, que l'effort de traction, à proprement parler, la force qui, surmontant les frottements divers, entretient le mouvement uniforme dont nous parlons plus haut, est de l'ordre de 170 kilos, ce qui nous donne, au démarrage, un effort à épaules total

$$E = 460 + 170 = 630 \text{ kilogrammes.}$$

Il conviendrait même de faire remarquer que, dans le calcul de cet effort de 170 kilogrammes, nous

avons utilisé le coefficient de frottement relatif au mouvement et, qu'à la rigueur, dans les cas ci-dessus, il aurait fallu rechercher le coefficient de frottement au démarrage qui lui est légèrement supérieur.

— L'effort de démarrage est donc environ quadruple de l'effort de traction; leur rapport se trouvant être 630/170, soit un peu inférieur à 4.

Ainsi nous réalisons toute la puissance développée par nos chevaux dans leurs démarrages, dont le spectacle seul suffit d'ailleurs à édifier un observateur un peu averti.

Un bon cheval se met lentement sur trait; la cage thoracique s'immobilise pour prêter une insertion fixe à l'appareil musculaire; la respiration est suspendue — l'expiration devant se faire bruyamment comme le « han » du bûcheron à l'instant suivant la résistance vaincue. — les deux membres postérieurs conjuguent les efforts de leurs extenseurs au lieu qu'ils se succèdent, se relaient simplement comme lorsqu'il s'agit d'entretenir la propulsion du convoi; et le cheval se met progressivement en route, le plus lentement possible, question d'abaisser γ et simultanément l'effort de démarrage F_d .

Notre train, abandonné à lui-même, une fois en vitesse, devrait théoriquement, c'est-à-dire abstraction faite des frottements, poursuivre indéfiniment et uniformément son mouvement.

En pratique cela ne se produit qu'à la condition de lui appliquer un effort F_t égal et de sens contraire à la résistance à l'avancement qui comprend :

1°. — Le frottement de glissement ou frottement à la fusée;

2°. — Le frottement de roulement ou frottement à la jante — la part qui revient à la résistance de l'air étant négligeable à la vitesse réduite des trains de mine.

Cette étude très importante des frottements nécessite quelque développement théorique.

Frottement de glissement

Soit un corps C reposant sur un plan horizontal H .

La réaction du plan $R = P$ poids du corps.

Si le corps C et le plan H étaient parfaitement polis, on pourrait déplacer C sur H sans travail, car R est normale au plan.

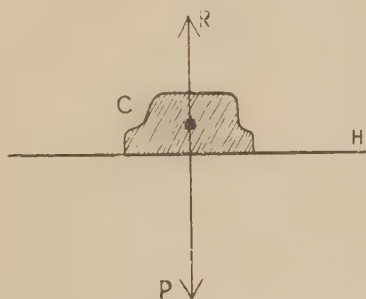


FIG. 3.

L'expérience apprend qu'il faut toujours dépenser un certain travail; en mouvement la réaction

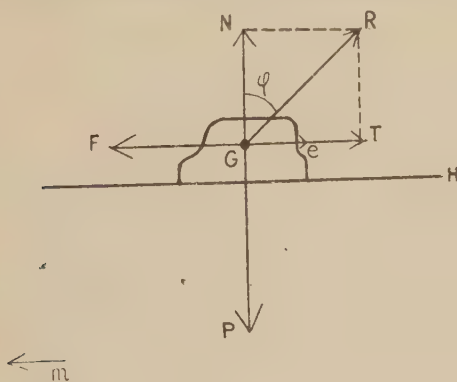


FIG. 4.

R n'est donc pas normale au plan : elle a, au contrai-

re, une composante horizontale en sens inverse du mouvement.

En mouvement uniforme on aura $F = T$.

F étant la force appliquée pour obtenir le mouvement, on a :

$$F = T = N \operatorname{tg} \varphi = N f.$$

en posant $f = \operatorname{tg} \varphi$.

Or $N = P$, donc $F = P f$.

Le coefficient f , ou $\operatorname{tg} \varphi$, s'appelle coefficient de frottement; il dépend uniquement de la nature des surfaces en contact.

Ceci donné, supposons le corps C au repos.

Appliquons-lui un effort E .

Si $E < P f$ on fera naître une réaction horizontale $e < T$, et il n'y aura pas de mouvement.

Si on fait croître E , il arrive un moment où $E = T$: le mouvement ne commence pas.

Il faut produire un effort E' notablement supérieur à T pour provoquer le mouvement.

A ce moment $E' = T' = P f'$ et $f' > f$.

Dès que le mouvement est amorcé il suffit d'appliquer la force $E = T = P f$ pour l'entretenir.

Il y a donc deux sortes de coefficients de frottement: l'un f correspondant à l'état de mouvement, l'autre f' notablement plus grand et correspondant au démarrage.

Tout se passe en somme, pour parler un langage plus concret, comme si, au repos, les surfaces en contact se pénétraient mutuellement, comme s'il se produisait un enfoncement microscopique du corps C dans la surface H , déformation naturellement moins accusée dans l'hypothèse du glissement de C sur H .

Les formulaires indiquent, pour f et f' , les valeurs suivantes:

	f	f'
Fonte sur fonte	0,15	0,16
Fer sur bronze	0,18	0,19
Fer sur chêne	0,26	0,65
Chêne sur chêne	0,34	0,54

Si les surfaces en contact sont graissées, f est le coefficient de frottement du lubrifiant avec chacune des surfaces. Ce qui nous donne, pour le cas du frottement de fer sur chêne :

$$f = 0,08$$

$$f' = 0,11$$

chiffres qui font suffisamment ressortir l'importance du graissage, susceptible de réduire des $2/3$ — voire des $5/6$ — le coefficient de frottement et, par conséquent, l'effort de traction.

Résistance au roulement

E représente l'effort transmis par la fusée à la roue et appliqué au point B à b au-dessus de O .

Ici, la réaction N , au lieu d'être appliquée au point de contact, se traduit par une force N décalée

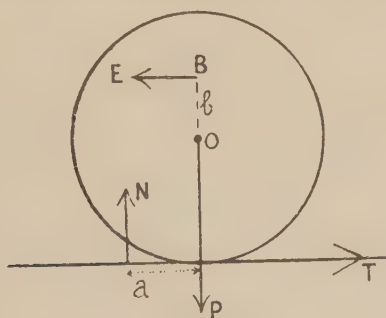


FIG. 5.

à a en avant de la roue et s'opposant à l'impulsion E .

A l'état d'équilibre :

$$E = T$$

$$N = P$$

et $E b + T R = N a$ (égalité des moments par rapport au point. o).

$$E (b + R) = P a$$

$$E = P = \frac{a}{b + R}$$

Les formulaires donnent, pour le coefficient de la résistance au roulement à la jante, a :

Fer sur fer	0,0005
Orme sur chêne	0,0008

Résistance des berlines à la traction

Soit C poids de la caisse

U poids utile

T poids partie tournante: roues, essieux.

r rayon de la fusée

R rayon de la roue.

La résistance totale à l'avancement, qui résulte de la combinaison des deux sortes de résistance étudiées plus haut s'exprime par la formule

$$F = \frac{f r + a}{R} (C + U) - \frac{r}{R} T$$

formule que nous nous contenterons d'admettre, les résultats nous important davantage que la mécanique pure, et la compréhension des phénomènes de résistance devant résulter assez clairement de l'analyse théorique qui précède.

Nous constatons immédiatement, sur cette formule :

1°. — Que la résistance totale à l'avancement F est exactement inversement proportionnelle au rayon des roues;

2°. — Que F varie dans le même sens que r, le rayon de la fusée, sans proportionnalité cependant de l'une à l'autre.

Deux conclusions, qui se comprennent plus ai-

sément encore si nous voulons bien interpréter le roulage comme consistant à reporter, à la fusée, le frottement de glissement qui serait localisé à la jante sur une roue calée; le bénéfice de l'opération se mesurant à peu près par le rapport du rayon de la roue au rayon de la fusée.

Les chiffres cités plus haut pour f et a appellent aussi quelques réflexions:

a est de l'ordre des $5/1000$ de f ; le frottement de glissement est considérablement plus élevé que le coefficient de résistance au roulement; et nous touchons, ici, au principe du freinage qui consiste à substituer un frottement de glissement au frotte-

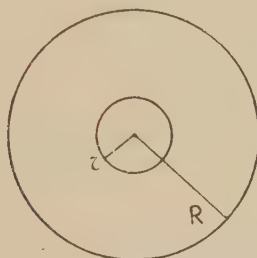


FIG. 6.

ment de roulement, découverte faite depuis longtemps par les paysans qui, sur les pentes de 12, 15 % ou davantage mettent en remorque à un lourd chariot ou à une locomobile, par exemple, en manière de frein, un simple traîneau chargé de matériaux quelconques.

Sur nos petits trains « du fond » le même résultat est obtenu par la substitution de f à a ; par l'enrayage, au moyen d'un petit « bois » ou « queue », d'une roue arrière de la première berline. Ce procédé, d'une efficacité parfaite, ne paraîtra primitif qu'à ceux qui ne sont pas avertis des rudes épreuves que subit notre matériel.

Robustesse, simplicité, telle est la loi qui s'impose à tout ce qui est à l'usage de la mine.

Dans la pratique la formule appliquée au calcul de la résistance à la traction est beaucoup plus simple que celle qui est établie plus haut.

$$M = C + \pi$$

En posant M = poids mort et U = charge utile on a, en palier :

$$T \text{ (effort de traction)} = (M + U) f;$$

f désignant ici l'effort de traction rapporté à la tonne ou coefficient de la traction — coefficient global dont le frottement du glissement, la résistance au roulement, le rayon de la fusée, le rayon des roues sont d'autant de composantes opérant comme nous l'avons détaillé ci-dessus.

Sur une pente d'inclinaison i

$$T = (M + U) (f \pm \sin i)$$

suivant que le mouvement se fait dans l'un ou l'autre sens.

Roulage en palier

$$i = 0$$

Pour les vides $U = 0$

$$T_0 = M f$$

Pour les pleins

$$T_1 = (M + U) f$$

Pente de roulage spontané

Effort nul en descente pour les pleins

$$T'_1 = 0 = (M + u) (f - i')$$

ce qui correspond à $i' = f$

$$\text{pour les vides } T'_0 = M f + M i' = 2 M f$$

Pente d'équilibre

Effort à vide en montant — effort à plein en descendant.

Pour les petits angles dont il est ici question $i'' = \sin i''$, ce qui donne :

$$M (f + i'') = (M + U) (f - i'')$$

$$\text{d'où } \frac{f + i''}{f - i} = \frac{M + U}{M}$$

$$\text{d'où } i'' = f \frac{U}{2 M + U}$$

En pratique, dans les mines, $U = 2 M$ approximativement.

$$i'' = f \frac{2 M}{4 M} = \frac{f}{2}$$

L'effort de traction devient

$$T''_0 = T''_1 = \frac{3}{2} M f$$

Comparaison

	EFFORT	TRAVAIL
	VIDES	PLEINS
Palier	$M f$	$3 M f$
Pente roulage spontané	$2 M f$	0
Pente égale résistance	$3/2 M f$	$3 M f$

Au point de vue effort à fournir, le minimum correspond à la pente d'égale résistance.

Au point de vue travail, l'avantage est en faveur de la pente de roulage spontané.

Dans la pratique, le roulage de nos chevaux s'établit sur des pentes d'égale résistance dans le but de régulariser l'effort qui s'élève à $3/2 M f$ à l'aller comme au retour.

Les voies des « herscheurs » au contraire, des hommes qui, à force de bras, roulent les berlines jusqu'au relai des chevaux, sont établies selon des pentes de roulage spontané

$E = 2 M F$ à l'aller;

$E = 0$ au retour;

et les deux modalités correspondent aux qualités spéciales de la force motrice ici et là comme nous

nous en rendons compte à l'examen des chiffres suivants empruntés au formulaire de La Harpe.

Le « herscheur » dont l'effort moyen $E = 12$ kilogrammes, fournit un tonnage kilométrique utile de 2 à 6 tonnes.

Le cheval dont l'effort moyen $E = 60$ à 70 kilogrammes, fournit un tonnage kilométrique utile de 30 à 60 tonnes.

Le travail du cheval représente environ dix fois le travail du « herscheur », l'effort du cheval ne représente environ que cinq fois l'effort du « herscheur ».

Il ressort de là que l'installation de la voie de l'ouvrier devra être ménagère de son travail, quitte à lui demander un surcroît d'effort, conditions qui se rapportent exactement à la voie de roulage spontané.

Travail = $2 M f$ (minimum du tableau comparatif).

Effort = $2 M f$ (maximum).

Pour être sincère nous devons ajouter que les voies des herscheurs, installées sur le chantier même, provisoires par définition, n'affectent pas toujours, dans la réalité, la disposition théorique; et l'observation reste d'ailleurs valable pour tous les roulages de la mine dont le personnel entier ne suffirait pas à maîtriser les mouvements irrésistibles et continuels des terrains.

L'analyse de f étant faite, reste maintenant à déterminer pratiquement l'ordre de grandeur de ce coefficient de traction.

MESURE DE L'EFFORT ET DU TRAVAIL

Mesure du coefficient de traction

Supposons qu'un véhicule abandonné à lui-même passe en A avec une vitesse V_0 et en B avec une vitesse V .

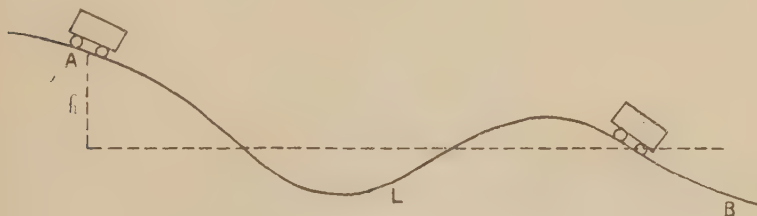


FIG. 7.

Si h est la dénivellation entre ces deux points,
 P le poids du véhicule en tonnes,
 f l'effort de la traction en kilogrammes par
 tonne,

L la distance A B mesurée sur la voie,
 on aura (équation des forces vives)

$$1000 P h - P f L = \frac{1000}{2} \frac{P}{g} (V^2 - V_0^2)$$

Les mesures directes de V et V_0 sont difficiles.
 Il sera plus aisé de choisir le point A sur une partie
 de la voie où le véhicule se met en route de lui-
 même; on l'abandonne alors sans vitesse initiale,
 et on choisit pour B le point d'arrêt.

Alors $V = 0$; et $1000 P h - P f L = 0$.

$$f = \frac{h}{L} \times 1000$$

h et L s'exprimant en mètres.

Pratiquement on utilise une voie en plan incliné suivie d'une partie horizontale:

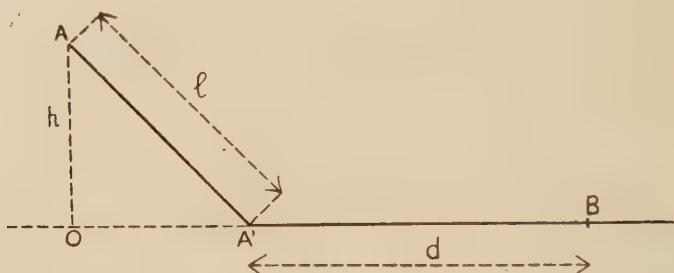


FIG. 8.

$$L = l + d$$

$$f = 1000 \frac{h}{l + d}$$

Il suffit pour chaque véhicule de mesurer d .

Pour les berlines à roues ordinaires, une série d'expériences, que nous relatons plus loin, fournit pour f une valeur moyenne de 17 kgr. 3 à la tonne.

En nous rapportant au poids moyen de dix tonnes pour un convoi, l'effort à épaules ressort donc à 173 kilogrammes, chiffre que nous nous plaisons à rapprocher du résultat que fournissent les formules de Baron pour le calcul de l'effort à épaules, à l'allure du pas très ralenti:

$$\text{soit } E = 60 \frac{C^2}{H}$$

ce qui, en nous rapportant aux mensurations du cheval « Eliot » par exemple donne.

$$E = 60 \frac{2.25}{1.60} = 190 \text{ kilogrammes par excès.}$$

Nous devons cependant faire remarquer que l'allure de nos chevaux de mines n'est absolument pas celle du pas très ralenti.

La vitesse que Baron fait correspondre à un effort à épaules de $60 \frac{C^2}{H}$

c'est-à-dire $V = \frac{3}{8} \times H = 0.60,$

soit 2 kilomètres 16 à l'heure,

est approximativement le tiers de la vitesse réelle constatée chez nous et évaluée plus haut à 6 km. 5; le débit kilogrammétrique d'autre part est, à la seconde, triple de celui que Baron lui assignait dans sa formule

$$D'' = E V - 22.50 C^2$$

c'est-à-dire qu'il s'élève à $D'' = (22.50 \times C^2) 3$

Travail journalier

Dans l'industrie houillère le rendement s'apprécie par le tonnage kilométrique utile: l'unité adoptée étant une tonne de charbon transportée sur un kilomètre.

Ainsi calculé le tonnage kilométrique s'élève en moyenne, pour un cheval ordinaire, à trente-six tonnes environ, et, pour un poney, à une dizaine de tonnes, avec de fortes variations individuelles d'un quartier à l'autre, d'un animal à l'autre.

Haton de la Goupillière rapporte le cas d'un grand cheval attelé à dix-huit berlines, travaillant sur un parcours de 1.825 mètres, qui fournissait journallement 115 tonnes kilométriques.

Ces chiffres exceptionnels ne peuvent qu'induire en erreur, et le Formulaire de la Harpe qui assigne, au rendement du cheval, une valeur de 30 à 60 tonnes kilométriques, nous paraît beaucoup plus près de la réalité.

Un train de douze berlines représente six tonnes de charbon; et 36 tonnes kilométriques se rapportent à la traction de 6 trains de charbon sur 1 kilomètre.

D'autre part la formule du travail en roulage d'égale résistance est

$$T = 3 M f,$$

Or $f = 17$, et poids mort $M = 12 \times 250 = 3$ tonnes.

ce qui donne $T = 3 \times 3 \times 17 = 153$,

en gros 150 kilogrammes de travail total, descente et montée, pour un train parcourant un mètre.

soit, pour six trains parcourant 1.000 mètres, $150 \times 6 \times 1.000 = 900.000$ kilogrammètres, que l'on peut approximativement arrondir à un million pour tenir compte des efforts de démarrage dont nous avons donné, précédemment, l'ordre de grandeur. Et nous sommes loin des deux millions de kilogrammètres que les auteurs assignent couramment au travail quotidien du cheval.

Les classiques n'ont point tort cependant.

Regardons-y d'un peu plus près.

Ici, le travail quotidien n'est pas la moitié de ce qu'il devrait être; là, c'est le débit kilogrammétrique, fourni par la formule de Baron, qui est notablement inférieur à la réalité — anomalies inverses.

Notre cheval déploie un effort exceptionnel, confinant au surmenage, et il ne fournit qu'un travail journalier apparemment insuffisant, à considérer les chiffres isolément et abstraction faite du facteur temps. Seul est responsable de ceci l'écourtement de la journée de travail ramenée, nous l'avons vu, à quelque 6 heures 15 entrecoupée encore par les multiples relais et pertes de temps qui s'ensuivent tant par les manœuvres nécessaires que par le défaut inévitable de correspondance exacte des deux trains dans les « tiernes ».

Dans certaines limites, il en est ici du cheval

comme de toute machine, de tout matériel: le meilleur rendement, au point de vue économique, est celui qui correspond à une certaine continuité dans le travail; les services intermittents, écourtés, étant les plus onéreux.

Avec 1.000.000 de kilogrammes par jour, notre moteur animé, contre toute attente, est bien près d'être surmené, mais surmené au point de vue puissance, c'est-à-dire au point de vue du travail à la seconde, surmené par la vitesse en somme, et ceci nous amène à cette dernière constatation: notre rendement journalier, si peu en harmonie avec ceux qui furent établis par les précédents expérimentateurs, est précisément à rapprocher de ceux que Lavalard et aussi Baron assignaient à des chevaux effectuant un service au trot de 4 heures par jour et s'élevant respectivement à 1.091.000 kilogrammètres aux omnibus d'une part, et 1.130.000 pour un animal de 500 kgr. d'autre part.

Pente d'égale résistance

Travail à contre pente

Nous avons établi plus haut

$$i'' = \frac{f}{2}, \text{ soit } i'' = \frac{17}{2} = 8,5$$

ou 8 millimètres $\frac{1}{2}$ par mètre.

Dans la pratique, avec le mouvement des terrains, notre roulage, au lieu d'être un plan régulièrement incliné, se transforme, en maints quartiers, en véritables « montagnes russes ».

Ici un palier, là une rampe substituée à une pente, là encore une pente d'égale résistance de 8 millimètres devenue pente de roulage spontané de 16 millimètres, voire davantage, d'où la nécessité du freinage énergique décrit plus haut.

Indépendamment de ces mouvements de la voie, rectifiés d'ailleurs quand cela devient nécessaire, les nécessités techniques : réparations, modifications de l'un des deux puits principaux ou de sa machine d'extraction, percement d'une « bure » ou puits intérieur, amènent exceptionnellement à se servir d'un roulage à contre-pente c'est-à-dire à l'opposé de sa destination : « les vides » sur la pente, « les pleins » sur la rampe.

Cette circonstance, lorsqu'elle se produit, est fatalement une cause de surmenage aigu pour nos chevaux.

Les chantiers d'abatage ont une productivité donnée, et il n'est absolument pas possible de réduire les convois dans toute la mesure nécessaire :

La formule générale $(M + U) (f \pm \sin i)$ donne, pour l'effort nécessaire au roulage d'un train de « pleins » sur la pente d'équilibre :

$$i = \frac{f}{2}$$

$$3 M (f - \frac{f}{2}) = 3 M \frac{f}{2}$$

étant entendu que

$$U = 2 M$$

Pour le roulage du même train, en remontant la pente on a :

$$3 M (f + \frac{f}{2}) = 9 M \frac{f}{2} \text{ soit une force triple.}$$

D'où il résulte que, dans un service à contre-pente, la longueur des trains, leur masse, doit être réduite des deux tiers.

Les trains de douze berlines en service ordinaire devraient, ici, être ramenés à quatre, ce qui équivaut à une impossibilité d'exploitation ; de là une surcharge fatale et un surmenage inévitable des chevaux dans ce genre de service heureusement exceptionnel.

DE LA RÉSISTANCE A LA TRACTION

EN PRATIQUE

Courbes — État des Voies

Courbes

Deux mots suffiront pour donner une idée un peu complète des différentes résistances qui composent le travail de notre cheval.

Les roues de notre berline sont calées deux par deux. Dans une courbe la roue externe décrit un arc qui est à celui de la roue interne comme $R + e$ est à R ; soit dans le rapport $\frac{R + e}{R}$ en désignant par R le rayon de la voie interne, par e l'écartement des voies.

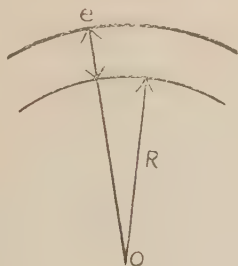


FIG. 9.

Pour que les deux roues solidaires tournent cependant d'un même angle, il faut que les circon-

férences de la jante en contact avec la voie soient aussi entre elles comme

$$\frac{R + e}{R}$$

ce qui, étant donné la disposition tronç-conique des roues représentées ci-dessous, se réalise par un décalage de la roue externe R vers son mentonnet M, et simultanément par un décalage inverse de la roue interne R' vers la fusée, jusqu'à ce que les bandes de roulement correspondent à C et C' telles que

$$\frac{C}{C'} = \frac{R + e}{R}$$



FIG. 10.

résultat obtenu automatiquement d'ailleurs dans les courbes, R (roue externe) abordant le rail par la partie interne de sa jante, pendant que l'inverse se produit pour la roue interne R' et ceci jusqu'à ce que les bandes de roulement respectives correspondent à c et c'.

En théorie les mentonnets M et M' ne doivent pas frotter contre le bord interne du rail.

En pratique, par l'effet de la vitesse acquise, le mentonnet de la roue externe vient buter contre le bord concave du rail correspondant. En second lieu, par suite d'une exagération des courbes de la voie, R ne trouve pas une circonférence de roulement C assez grande, la friction se produit en M contre le rail et, momentanément, un frottement de glissement à la jante se substitue au frottement de roulement.

Dans une certaine mesure, les deux roues, l'interne et l'externe, patinent pour régler l'une sur l'autre leur vitesse angulaire. De là un freinage véritable qui se produit dans les courbes, une augmentation notable de la résistance à la traction qui se traduit, objectivement d'ailleurs, par un polissage et un échauffement du rail.

D'autre part enfin, soit B la berline engagée dans une courbe de centre O.

La traction devrait s'exercer suivant la tangente B T, perpendiculaire à O B.

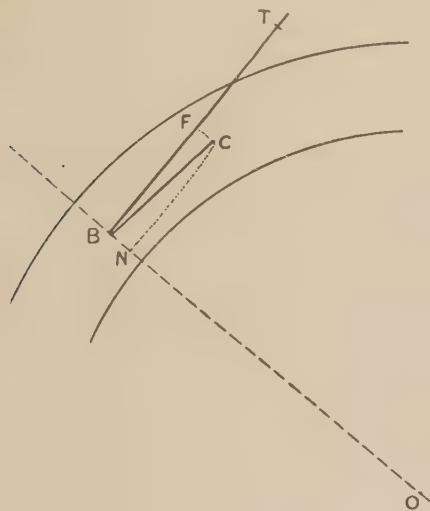


FIG. 11.

En réalité le cheval C qui chemine au milieu de la voie, exerce son effort suivant B C dont la composante normale B N, force perdue, ne fait qu'appliquer le mentonnet de la roue interne contre le rail correspondant qui montre une usure caractéristique d'ailleurs.

La fraction utile de B C se réduit à B F.

Etat des voies

Ces pertes de force tenant aux courbes échappent déjà au calcul, mais il est toute une série de facteurs de résistance pour lesquels une mesure dynamométrique directe, quasi impossible d'ailleurs, serait nécessaire. Les chiffres que nous avons établis plus haut pour la résistance théorique et le travail journalier sont, en réalité, des optima, des minima dont la pratique s'écarte plus ou moins.

Au premier rang de ces facteurs de résistance figure l'encrassement du rail.

Automatiquement, sous l'effet du passage des convois, le rail descend légèrement dans la « sole » ; la poussière ou la boue soulevées par les chevaux et les roues se déposent en dehors de la voie, contre le rail, et il se produit, en certains points, un véritable enchâssement du rail dans le sol qui fait relief de part et d'autre de l'acier. Il est bien entendu qu'il est illusoire, dès lors, de considérer un coefficient de roulement fonte sur fonte.

D'autre part l'écartement de la voie est loin d'être chose immuable, et l'on s'en aperçoit aisément à l'examen d'une longue voie de fond dans une « bowette » éclairée où, au lieu du bel effet de ligne droite que produit, dans les chemins de fer de la surface, le joli ruban d'acier, l'on voit, ici, le rail serpenter à perte de vue. La pression des terrains, centripète, comme nous l'avons montré, la flexion même légère des traverses métalliques en leur milieu, sous le pas des chevaux, peuvent rapprocher les rails, amener des frictions des mentonnets des roues, troubler dans les courbes le fonctionnement de la conicité des jantes, substituer des frottements de glissement aux frottements de roulement — là, où par suite des méandres du rail, les deux roues, sur un segment donné de la voie, ne parcourent pas des chemins égaux — et accroître, en définitive sensiblement, le coefficient de fraction.

MATÉRIEL

Rails — Berlines — Roulements à billes Harnachement

Pour mettre exactement au point la question de l'utilisation de notre cheval, une étude sommaire du matériel doit prendre place ici.

La formule développée que nous avons donnée de l'effort de traction, fait intervenir les métaux en contact par glissement ou roulement, le rayon de la roue, celui de la fusée et les masses; il n'y est point question de largeur de la jante, l'appui au sol étant censé se faire par un point, au sens géométrique du mot, ou pour employer un langage plus concret, la berline étant supposée rouler sur la lame d'un couteau.

En réalité le contact avec le rail se fait selon une petite surface rectangulaire, et cette surface est d'autant plus étendue que l'épaisseur du rail est plus grande; d'où l'explication de ces efforts de traction que donnait Boissier, vétérinaire, en 1896, dans la *Revue de la Société de l'Industrie minière* :

3 kilogrammes 5 par benne sur un rail de poids métrique de 6 kilos,

4 kilogrammes par benne sur un rail de poids métrique de 16 kilos.

Nous devons cependant ajouter que les enseignements de la pratique sont absolument à l'encontre des conclusions de Boissier: l'installation de la voie est naturellement plus précaire pour le fer de

9 kilos 500, plus sujette aux déformations, que pour celui de 15 kilos (poids métrique); la rigidité du rail lui-même est moins grande, et il s'ensuit, au passage du convoi, un véritable enfoncement par lequel le train tombe littéralement dans un trou.

D'autre part la face supérieure du rail ou champignon est une surface convexe beaucoup plus résistante, naturellement, sur le rail de 16 que sur celui de 9,5.

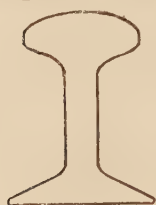


FIG. 12.

A l'état de neuf, sur quelque rail que ce soit, l'appui se fait sur la convexité du champignon; mais sur un rail léger l'usure survient promptement, et le contact de la jante et du rail se fait bientôt selon un plan et non plus selon une ligne.

Si nous ajoutons à cela la considération du relief, au-dessus du sol, du rail de 16 kilos et, par conséquent, la possibilité moins grande d'un encrassement par les poussières, nous nous rendons compte immédiatement que les résultats de Boissier ne correspondent pas à la pratique, et que l'avantage est, très nettement, au gros fer.

Berlines

Les nécessités de la mine ont amené à construire des wagonnets très bas, montés sur roues de 30 centimètres et légèrement ventrus, les côtés de la caisse débordant latéralement les essieux.

Jusqu'ici le système adopté comportait des roues calées sur l'axe, et des roulements sur coussinets: toute modification que l'on avait tenté d'apporter à ce système simpliste, mais robuste, n'avait causé, à l'épreuve du dur service de la mine, que des déboires. Des essais furent tentés dernièrement sur l'emploi de roulements à billes; nous voulons en reproduire ci-après la relation et faire ressortir les résultats très encourageants obtenus.

Essai de berlines à roues folles munies de roulements à billes

Cent berlines à roues folles munies de roulements à billes S.K.F. et fournies par la maison Malissart, ont été mises en service le 19 Décembre 1924. Un an après il en restait 89 en service, les autres ayant dû être retirées de la circulation par suite d'avaries accidentelles.

Il y a lieu de noter que ces 89 berlines n'ont reçu aucun graissage pendant cette période d'une année.

La durée d'un tel essai en service normal ayant été jugée suffisante, nous avons procédé à quelques expériences sur la résistance au roulement, puis nous avons entrepris la visite méthodique des 400 roues.

Essais comparatifs. — Les essais ont porté sur quatre berlines prises au hasard dont deux avec roues ordinaires, et deux munies de roulements à billes. (Le dispositif expérimental très simple était en tous points semblable à celui de la figure 8 qui nous a servi à la détermination du coefficient de traction).

La berline à essayer était abandonnée sans vitesse initiale en A; arrivée en A' par suite de la vitesse acquise elle parcourait, sur un roulage horizontal, une longueur $x = A'X$ que l'on mesurait.

Nous avons trouvé les résultats suivants.

$$h = 0 \text{ A} = 0^{\text{m}} 39.$$

$$\text{A A}' = 7 \text{ m.}$$

Roues ordinaires	1 ^{re} berline	1 ^{er} essai	X = 15 ^m 50	Moyenne X = 15 ^m 50
		2 ^{me} essai	X = 15 ^m 50	
	2 ^{me} berline	1 ^{er} essai	X = 15 ^m 50	
		2 ^{me} essai	X = 15 ^m 50	
Roues à billes	1 ^{re} berline	1 ^{er} essai	X = 24	Moyenne X = 22,75
		2 ^{me} essai	X = 26	
	2 ^{me} berline	1 ^{er} essai	X = 21	
		2 ^{me} essai	X = 20	

Il ne faudrait pas en conclure que le coefficient de traction a été diminué de 50 %. En effet, si F est l'effort de traction en roulage horizontal, l'expérience précédente se traduit par la formule suivante, en appelant p le poids de la berline vide :

$$p h - F a = F x,$$

$$\text{d'où } F = \frac{p h}{a + x}$$

L'effort de traction rapporté à la tonne sera :

$$f = \frac{F}{p} = \frac{h}{a + x}$$

Donc pour les berlines à roues ordinaires, nous avons :

$$f_1 = \frac{F_1}{p} = \frac{h}{2 + x} = \frac{0,39}{7 + 15,5} = 0,0173$$

soit 17 kilogrammes 3.

Pour les berlines à roulements à billes :

$$f_2 = \frac{F^2}{p} = \frac{h}{a + x^2} = \frac{0,39}{7 + 22,75} = 0,0131$$

soit 13 kilogrammes 1.

$$\frac{f^1}{f^2} = \frac{17,3}{13,1} = 1,32$$

Le gain est de 32 %.

Nos essais ont porté sur des berlines vides ; si on avait essayé avec des berlines pleines, le gain aurait été un peu moindre comme l'indique la théorie.

Il ne faut attacher, à ces chiffres, qu'une valeur comparative.

Visite des roulements. — Les 400 roues, renfermant 800 roulements, ont été démontées et visitées.

Nous avons trouvé 50 roulements hors d'usage ; ce qui donne, pour la première année, une moyenne de 6.25 %.

Graissage. — Les berlines visitées ont révélé

qu'au bout d'une année le graissage est encore très satisfaisant.

Nous avons relevé, à titre de comparaison, les dépenses de graissage avec les berlines ordinaires. La main-d'œuvre (5 filles, 302 jours) et la graisse utilisée pour 2.200 berlines font ressortir la dépense par unité à 29 francs 19.

Le graissage des nouveaux types, compte tenu de ce qu'un ouvrier, en un mois, peut assurer la campagne de graissage du matériel de 2.200 berlines, fait ressortir la dépense par berline à 2 fr. 48.

Soit, par berline, une économie annuelle de 26 francs 71; et si le graissage des roulements à billes peut n'être fait que tous les deux ans, l'économie est de 27 francs 95.

Conclusion. — Nous n'avons établi la comparaison qu'au point de vue des dépenses de graissage car nous manquons d'éléments pour apprécier les autres catégories de dépenses.

Si nous admettons que le prix d'une berline équipée avec roulements à billes dépasse de 300 francs approximativement celui d'une berline ordinaire, on voit que la dépense serait amortie par l'économie de graissage,

$$\text{en } \frac{300}{26,71} = 11 \text{ ans dans le premier cas.}$$

$$\text{et en } \frac{300}{27,95} = 10 \text{ ans dans le deuxième cas.}$$

Si le coefficient d'usure se maintient à 6.25 % on devra remplacer complètement le matériel en

$$\frac{100}{6,25} = 16 \text{ ans.}$$

Enfin, certaines commodités ou économies de main-d'œuvre au fond ne peuvent être chiffrées sans être pour cela négligeables.



— Nous avons tenu à reproduire intégralement le détail de ces essais et les considérants économiques qui les accompagnent. Ils nous démontrent que les roulements à billes ne resteront probablement pas plus longtemps la propriété exclusive de la traction mécanique, et qu'une grande amélioration du rendement des moteurs animés peut être escomptée pour le jour où l'on voudra bien leur appliquer le bénéfice des découvertes modernes et où, en somme, l'on ne s'en remettra plus à la résistance et au courage du cheval du soin de subvenir à la défaillance de son maître.

Par raison de contiguïté, nous voulons rattacher, à cette brève étude du matériel, l'examen du harnachement.

Harnachement

De la bride, peu de chose à dire si ce n'est que, pourvue d'œillères pour remédier aux chocs nombreux et variés qui menacent les yeux de notre cheval, elle se complète d'une « barrette » — par analogie avec le chapeau du mineur — ou plaque de cuir légèrement matelassée qui réunit le frontal à la tétière et protège la nuque des saillies, aspérités et autres « épées de Damoclès » de la « bowette ».

Le collier, matriculé au nom du cheval, est un collier banal, question de gabarit, dépourvu de ces ornements variés qui rehaussent les colliers des paysans ou charretiers de tous les pays, et où le génie décoratif de ces gens semble se donner libre carrière.

Le mode d'attelage à proprement parler appelle quelque développement.

Nous utilisons concurremment « palonnier » ou « tracier » — ce que l'on dénomme tracier n'étant

pas autre chose qu'un palonnier métallique, traînant sur le sol.

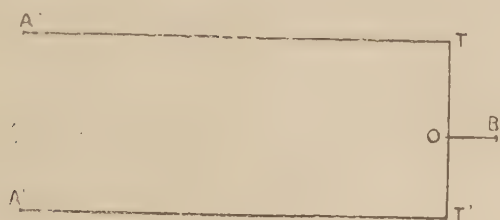


FIG. 13.

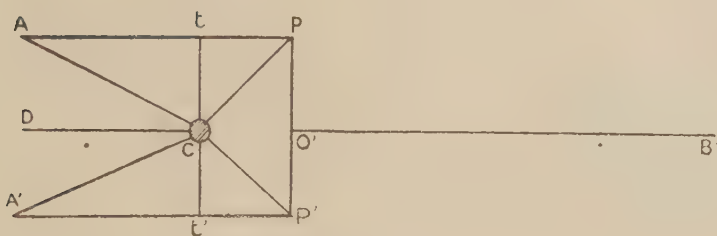


FIG. 14.

T T' ou P P' 85 à 90 %

A T = 2 m 50

O B varie de 15 à 30 %

O' B' = 2 m à 2 m 50

Ci-dessus le croquis de l'un et de l'autre.

A et A' représentent les attelles du collier placées à 1 mètre 20 de hauteur environ sur un cheval de 1 mètre 60.

B et B' le crochet d'attelage de la première berline du convoi situé à 25 centimètres du sol.

Dans le palonnier, c représente un coussin de 20 centimètres de diamètre environ, reposant sur la croupe, à son sommet. C'est le point d'attache de différentes courroies retenant P P', pièce de bois de 5 à 6 kilos environ, sur le bord postérieur des cuisses, approximativement à hauteur du grasset.

C A et C A' supportent P P' par l'intermédiaire de C P et C P'.

C t et C t' contribuent à maintenir le fléau P P' horizontal par l'intermédiaire des traits.

De profil l'attelage au palonnier peut se représenter par le schéma 15 où nous voyons tout de suite que, lorsque le cheval est en traction, A P B doivent être en ligne droite.

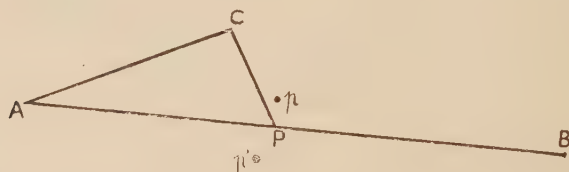


FIG. 15.

Si P occupait, à ce moment, une position p, l'effort de traction produirait un véritable écrasement de la croupe.

Si, à l'inverse, P occupait la position p', pas d'inconvénient; et les trois points A P B se remettraient en ligne droite.

D'où un enseignement: régler C P un peu longue, sans crainte aucune, et dans la mesure où la descente du palonnier ne gêne point les mouvements du cheval.

Le mauvais attelage, celui qui contrarie l'effort, amène la rupture des courroies, consistant, au contraire, à remonter le palonnier, à faire C P trop courte.

La longueur de la chaîne d'attelage O' B' n'est pas indifférente non plus. L'effort de traction doit se produire aussi parallèle au mouvement que possible, son effet utile se mesurant par sa projection horizontale.

Toute composante verticale, sans contribuer à la progression du convoi, ne tend qu'à soulever l'avant de la berline, à dégager du « fer » les mentonnets des roues et amener le déraillement.



UN ATTELAGE DU "FOND"

ESPOIR

CHEVAL DE RACE BRETONNE

O' B', dans toute la mesure où son poids ne surchargera pas excessivement le palonnier et n'aggravera pas les frottements en c, sommet de la croupe, siège fréquent de blessures; dans la limite compatible aussi avec les rayons de courbure des voies, devra recevoir toute la longueur possible. C'est en considération de tout ceci que nous lui assignons une longueur de 2 mètres à 2 mètres 50.

Le palonnier plus coûteux, plus compliqué, moins facile à régler, se révèle cependant, à l'usage, le meilleur moyen d'attelage. Au travail, par l'effet de quelque arrêt sans précaution ou d'une pente exagérée, si la traction s'interrompt un instant — le convoi lancé poursuivant sa marche — le cheval piétine ses traits qui pendent, et il s'empêtre; le tracier passe sous la première berline, notre attelage est bloqué contre son train, et des accidents peuvent s'ensuivre.

Dans les courbes, autres inconvénients: l'effort se répartit inégalement sur les deux brins du tracier; il oscille, accroche les saillies de la voie, blesse le cheval aux jambes et, à tout le moins, gêne son allure. L'animal dételé pour les manœuvres de relai ou pour le retour à l'écurie, l'avantage reste encore au palonnier.

La chaîne O' B' repliée, accrochée en O', notre bonne bête s'en va librement, dirigée seulement par le « cordeau » de son conducteur qui le suit commodément, ou ne le suit pas du tout. S'il s'agit du tracier, au contraire, l'homme soulève celui-ci à la main, suit à faible distance son cheval et l'accompagne ainsi, pas à pas, dans cette position disgracieuse et non dépourvue de danger.

Le bénéfice principal à retirer du palonnier est enfin celui-ci qui ressort du seul examen de la

Figure 11: nous avons établi que, dans une courbe, l'effort de traction optima devait être dirigé suivant la tangente B T au point B, c'est-à-dire que le cheval devrait occuper une position voisine de T, en dehors de la courbe, condition qu'il n'est possible de satisfaire que par l'attelage au palonnier qui laisse, au cheval, quelque latitude par rapport à son convoi — latitude dont il use d'ailleurs avec l'instinct le plus sûr.

Le tracier, au contraire, par sa brièveté, l'astreint à occuper une position voisine de c. du milieu de la voie, nuisible à la traction.

Ferrure

Celle-ci n'appelle point de réflexions très spéciales.

Nos voies de fond sont essentiellement accidentées; relief des rails, pointes des aiguilles, saillies des traverses entre lesquelles — expédient regrettable mais parfois nécessaire — on est obligé quelquefois de creuser la « sole » pour parer à l'écrasement de la galerie, à sa perte de hauteur. Sur ce terrain difficile, dans l'obscurité, dans l'impossibilité de reconnaître l'emplacement de leurs pieds, nos chevaux, effectuant des efforts de démarrage violents, sont particulièrement exposés à se déferrer.

Nos ouvriers maréchaux très habiles et, en général, très habitués aussi à cette sorte de travail d'aveugle, y obvient cependant. Ferrant à froid, brochant le clou très haut, tronquant les éponges, supprimant la garniture, perçant dix étampures au lieu de huit, ils posent des ferrures correctes et solidement assujetties qui ne sont guère plus souvent renouvelées que tous les deux mois. Les poussières du fond, un peu grasses, n'entraînent pas, semble-t-il, malgré un trafic intense, une usure comparable à celle causée par les grés ou le macadam de nos routes de la surface.

PATHOLOGIE

Il n'entre point dans nos intentions de faire ici une revue de pathologie médicale ou chirurgicale. Nous nous limiterons, autant que possible, aux spécialités de la mine, aux lésions ou troubles fonctionnels inhérents aux conditions particulières d'exploitation de notre cheval.

Une mention doit être faite, ici, de l'asepsie relative du milieu, encore que la présence de l'homme et des animaux qu'il amène à sa suite compromette sérieusement cette stérilité première du sous-sol.

Il doit être remarqué, cependant, qu'en dépit de multiples blessures de nos chevaux, négligées ou passant inaperçues, les complications septiques des plaies, le mal de garrot, le mal de nuque, les arthrites traumatiques, les abcédations diverses sont pour ainsi dire inexistantes.

Le tétanos, dont le traitement préventif n'est certainement pas appliqué aussi souvent qu'il serait nécessaire, est à peu près inconnu au fond de la mine. Les pneumonies, les angines — si nous exceptons les angines gourmeuses liées à l'introduction de nouveaux chevaux — auxquelles nos animaux sont spécialement prédisposés cependant par leur genre de vie, sont exceptionnellement rares.

La pathologie n'est pourtant pas absente du sous-sol, l'inverse même de ce que nous signalons plus haut étant parfois constaté comme nous allons le voir.

En 1914, lors de l'arrivée inopinée et brusquée de l'ennemi, quelques chevaux furent abandonnés

dans une écurie du fond. Celle-ci devait devenir, quelques semaines après, un immonde charnier envahi par les eaux, où l'homme ne devait remettre le pied que six ans plus tard.

Lorsque fut terminé le gigantesque travail d'épuisement qui précéda la réoccupation de nos mines, nous nous trouvâmes en présence des squelettes des chevaux..... et de la flore microbienne la plus riche comme il résulte de ce qui suit.

Depuis 1920, sur l'effectif de cette même écurie réoccupée par une trentaine d'unités, dix arthrites traumatiques du pied avec abcédation consécutive dans le pli du pâturon, et guérison après quelques mois de traitement pour la plupart d'ailleurs, se sont déclarées là où cette même affection était, comme nous le disions plus haut, d'une étonnante rareté. A l'abri de la lumière bactéricide, dans l'eau qui entretenait et disséminait les germes, le milieu s'était hautement infecté.

En dehors de ces généralités, quelques considérations particulières sont nécessaires.

Crapaud

Nos collègues, vétérinaires des mines, comprendront aisément la priorité que nous accordons à cette affection qui cause réellement, en certaines cavalleries, de lourdes pertes.

L'eau ou la poussière, telle est l'alternative à laquelle semblent condamnés ceux qui ont charge d'entretenir les voies « du fond ». En dépit des pompes d'exhaure, en dépit des rigoles ménagées contre les « parements », en dépit des cendres amenées du « jour », certaines voies, certains quartiers sont noyés par le caprice du niveau ou des terrains, et le travail s'effectue dans la boue ou dans l'eau.

Ce sont là les conditions ordinaires d'apparition du crapaud.

Cependant notre expérience particulière nous suggère quelques réflexions personnelles: si, chez quelques sujets, l'affection, généralisée d'emblée à deux ou quatre pieds, se révèle véritablement avec les apparences d'une diathèse, par contre plus de 50 % des cas enregistrés relèvent avec certitude d'une affection traumatique de la boîte cornée, d'une véritable inoculation.

Dans la plupart des crapauds d'allure diathésique, le mal débute dans les talons, dans la fourchette, dans les points faibles du sabot, que ce soit une question de moindre épaisseur de la boîte ou de consistance particulière de cette corne de la fourchette spongieuse par essence et macérée dans l'humidité par surcroît.

D'autres fois, que le cheval se déferre et que se produise un coup de « pinçon », qu'un clou de rue se déclare vers la pointe de la fourchette, que la guérison de l'un ou de l'autre tarde un peu, et que quelque prolifération durable du tissu velouté s'ensuive, c'est le lit du crapaud qui est fait. Nous assisterons à de véritables localisations erratiques du « crapaud » en pointe de la fourchette ou, suivant la ligne blanche, remontant les lames du podophylle, avec un foyer initial manifeste au point d'inoculation.

Des crapauds absolument délabrants, térébrants — et spontanément la terminologie usuelle du cancer vient sous notre plume — s'installent dans le pied touché, évoluent pendant un an, dix-huit mois jusqu'à entraîner la mise hors de service du cheval, sans que l'affection tente la moindre généralisation.

La question contagion nous paraît inséparable de celle de l'inoculabilité; il serait contraire à toutes les notions de microbiologie de supposer qu'un germe même banal n'acquière pas une spécificité, une virulence particulière, par la culture « in vivo ». Dans la réalité, de véritables enzooties de crapaud

comme nous y faisons allusion en débutant, semblent régner en certains milieux; la similitude de cause ne pouvant certes pas être seule invoquée comme des comparaisons permettent d'ailleurs de s'en convaincre.

Quant à la curabilité du crapaud, nous devons déclarer immédiatement que la question n'a suscité tant de controverses que précisément parce qu'il convenait d'y répondre par oui et non. Nous avons enregistré manifestement des cas de guérison obtenus par le curetage et le pansement bi-hebdomadaire à l'onguent œgyptiac ou au verdet-huile de cade mélangés à consistance pâteuse, mais nous n'aurons pas la vanité de formuler une thérapeutique exclusive du crapaud, le même traitement ayant été non moins souvent appliqué sans résultat sur des cas absolument analogues à ceux dont nous rapportons la cure.

Affections du pied

Les observations que nous faisons à propos de la ferrure sur la nature accidentée de la voie du « fond » seraient à reproduire dans l'étiologie de ces lésions.

Comme nous l'avons noté, dans le préambule de ce chapitre de pathologie de notre étude, comme un de nos confrères, vétérinaire des mines des plus expérimentés nous le confirmait également, il convient d'affirmer ici que des arthrites traumatiques du pied — nettement caractérisées par les lancements, l'impotence totale du membre atteint, l'abcédation consécutive du pli du paturon survenant plusieurs semaines après l'événement du clou de rue — se sont révélées nettement curables en quelques mois par le traitement classique: opération partielle ou complète, bains antiseptiques.

Au sujet du javart et de son traitement, nous

nous permettrons d'émettre un avis moins sombre aussi que celui d'un certain nombre de praticiens.

Notre façon de procéder: amincissement en paroi jusqu'au podophylle, passage d'une très grosse mèche dans la fistule en talon ou même en paroi selon que le mal intéresse les parties postérieures ou antérieures du cartilage, nous a donné une proportion énorme de succès qu'il n'est absolument pas exagéré de chiffrer à 80 % compte tenu de toutes les espèces de javarts à tous les degrés de gravité. Le drainage est prolongé une vingtaine de jours, et la remise en service est effectuée quelque deux mois après l'opération.

De la bleime enfin, un mot seulement. En raison du type de nos chevaux et de la nature du sol, à cause de la ferrure courte que nous adoptons, l'encastelure et la bleime nous sont totalement inconnues.

Coliques

Nous n'avons malheureusement rien à ajouter aux connaissances actuelles relatives au diagnostic spécial, au traitement ou au pronostic toujours périlleux des coliques. Néanmoins l'observation de ces grandes cavaleries industrielles est susceptible de suggérer quelques réflexions relatives à l'étiologie.

Il faut souligner, tout d'abord, cette espèce de fâcheux hasard en vertu duquel les chevaux les meilleurs, les plus courageux, ceux auxquels on fait appel le plus volontiers, selon une loi fort ancienne et immuable, sont aussi ceux que les coliques frappent de préférence.

Le surmenage affecte, d'abord, les muscles; mais l'espèce de déséquilibre physiologique qu'il entraîne, par une sorte d'engouement des fonctions d'excrétion, détermine une perturbation organique générale, une atonie de l'ensemble des divers appareils, du digestif en particulier.

Manifestement des autopsies de chevaux ayant succombé à l'indigestion ne nous ont pas révélé de surcharge alimentaire à proprement parler, ni de trouble quelconque à incriminer hors l'insuffisance organique compliquée peut-être — l'effet devenant cause — de l'espèce d'auto-intoxication résultant de la défaillance de ce grand émonctoire qu'est l'intestin.

L'apparition des coliques, à un moment donné, dans une cavalerie déterminée, est le plus souvent le signe visible, l'avertisseur du surmenage.

Au « fond », toute surveillance est, par nature, difficile; les jours de chômage sont trop nombreux et la distribution ponctuelle des vivres, la régularité de l'abreuvement ne sont pas faciles à obtenir. Le personnel conducteur et palefrenier, d'autre part, recruté à tarif réduit dans les inaptes de la mine — au grand bénéfice du prix de revient de la traction animée — n'est malheureusement pas toujours digne du capital que nous lui confions.

Il advient parfois, le dimanche particulièrement, qu'une ou deux distributions sont escamotées, la ration journalière étant ensuite distribuée en bloc. Nos chevaux qui viennent de jeûner se jettent goulûment sur l'avoine; la mastication, l'insalivation sont moins que sommaires; la surcharge, l'indigestion sont réalisées.

Hémoglobinurie

Nous ne saurions nous dispenser d'une mention de cette mystérieuse affection à laquelle les plus belles cavaleries paient malheureusement, par leurs sujets d'élite, un tribut toujours trop lourd.

Le rôle déterminant du froid, dont la pathologie classique fait tout le cas qu'il convient, ne nous a point semblé, dans notre pratique, rigoureusement nécessaire en toutes circonstances. Le « coup de froid » au fond de la mine est difficile à réaliser,

à moins de ventilation excessive ou de température atmosphérique véritablement glaciale; et plusieurs cas nettement caractérisés ne nous ont absolument point permis d'incriminer le froid dans la plus petite mesure.

Par contre « le repos dans l'abondance » selon l'expression consacrée, est toujours à l'origine du mal; et nos chevaux — que la réglementation moderne du travail réduit trop souvent au chômage — jeunes, puissants, alimentés en vue d'un haut rendement, seraient frappés avec une fréquence particulière si la prophylaxie classique n'était pas appliquée.

Systématiquement, la ration est réduite de moitié toutes les fois que le repos doit se prolonger au moins deux jours: Pâques, Pentecôte, « ducasse », etc...

Ce faisant, nous n'enregistrons rigoureusement pas un cas d'hémoglobinurie au lendemain des fêtes, la prophylaxie étant automatiquement mise en vigueur. Les seuls sujets frappés sont ceux qui, pour une blessure de harnachement, pour une crevasse bénigne, pour une légère entorse, momentanément indisponibles, sont laissés au repos dans l'abondance sans que soit prise la simple précaution citée plus haut, ce qui demanderait seulement que l'automatisme du garde-écurie, « distributeur d'avoine » fût place à un instant de réflexion.

Du traitement, rien à dire de bien nouveau ou bien encourageant du moins; l'indication essentielle, rigoureuse, impérative et que l'on ne vulgarisera jamais trop, étant d'arrêter net l'animal dès l'apparition des premiers symptômes, sans faire un pas de plus: la chute sur le sol et la crise fatale ont été parfois déclenchées, malgré des apparences absolument favorables, pour un déplacement de quelques mètres.

ALIMENTATION

Nature de la ration

Dans l'établissement de notre ration — et nous ne nous posons pas en novateurs — nous avons fait appel premièrement à l'**avoine**, aliment concentré qui doit occuper, à notre avis, la première place dans la ration de travail de nos animaux, et nous avons fait nôtre très volontiers un vieux dicton bien de circonstance à la mine: « Cheval d'avène, cheval de peine ».

Son pouvoir nutritif élevé, sous un volume restreint, facilitant des manipulations qu'il faut réduire au minimum dans ces grosses cavaleries industrielles de centaines d'unités réparties entre plusieurs dizaines d'écuries, le contrôle facile de ses qualités: propreté, densité, état de conservation, font que l'avoine mérite bien d'être l'aliment fondamental de la ration de nos chevaux.

Nous procédons systématiquement à l'aplatissement des grains, et nous en louons sans réserves — certaines variétés commerciales d'avoines grosses et dures sont ainsi rendues aussi digestibles que les meilleures.

La pratique nous enseigne que nos animaux tirent, de cette façon, d'une ration d'avoine calculée avec quelque justesse, le meilleur parti possible ainsi qu'en atteste éloquemment leur état d'entretien. Les coliques d'indigestion, tant à craindre dans nos genres de cavalerie, sont d'ailleurs exceptionnelles.

Au contraire si quelque dérangement survient aux appareils et que, pour quelques jours, l'aplatissement des grains soit suspendu, invariablement les troubles digestifs font leur apparition et nous signaleraient même le dérèglement des cylindres ou la panne des appareils si nous n'en étions informé plus directement.

Les objections faites à l'aplatissement qui, diminuant le travail de trituration des dents et partant l'insalivation des éléments saccharifiables, ne tiennent pas plus en théorie qu'en pratique.

Effectivement, le cylindre de fonte supplée au travail des arcades molaires — travail considérable d'ailleurs comme l'ont montré les belles recherches de Chauveau et Kauffmann sur la consommation du glycogène musculaire dans l'acte de la mastication, en particulier.

Il faudrait d'abord grandement tenir compte de ces premiers frais d'exploitation dont l'aliment est grevé dès la phase buccale de la digestion; mais il convient de faire observer en outre:

1°. — Que l'avoine aplatie, fût-elle même réduite en farine, ne sera déglutie qu'autant que l'insalivation sera suffisante, simple question mécanique;

2°. — Que l'avoine dont l'écorce est brisée, est prête à subir intégralement l'action de la ptyaline; au contraire des grains entiers, dont un grand nombre échappent à la dent du cheval, traversent l'appareil digestif en pure perte et se retrouvent dans le fumier, prêts à germer et à pousser, intacts, possédant encore leurs principes et leurs propriétés initiales.

Avant 1914, les conditions du marché des grains nous permettaient de réaliser une économie de 20 % par une large *substitution d'orge à l'avoine*, au grand bénéfice de nos animaux d'ailleurs, nos constatations personnelles corroborant cette donnée des ta-

bles d'équivalents fourragers qui assignent à 1 kilogramme d'orge la même valeur nutritive que 1 kilogramme 100 d'avoine.

Nous noterons ici que, pour l'orge plus encore que pour l'avoine, en considération de l'épaisseur et de la dureté ordinaire des téguments, l'aplatissement était rigoureusement nécessaire.

Dans l'état actuel du marché des céréales, l'intérêt de la substitution a momentanément disparu. L'orge cotant sensiblement aussi haut que l'avoine, nous en avons cessé l'emploi, considérant que toute complication inutile est nettement à proscrire.

Par suite des circonstances économiques présentes, l'usage des denrées de substitution s'est de plus en plus répandu dans ces cinq ou six dernières années et, en première ligne, il a été fait appel aux *aliments mélassés*.

Le sucre est par excellence l'aliment énergétique, l'aliment du muscle. Le potentiel d'énergie incorporé dans les muscles revêt la forme du glycogène, proche parent du sucre et, corollaire de ceci, le cheval, prototype des moteurs animés, est précisément celui dont les muscles attestent, à l'analyse, la plus haute teneur en glycogène.

Enfin de la bouche à l'intestin le sucre est, de tous les aliments, celui dont la digestion est la plus simple, qu'il s'agisse de ses transformations physiologiques, ou qu'il s'agisse de l'hydrolyse de sa molécule incomparable à la laborieuse et obscure désintégration de l'énorme molécule albuminoïde par exemple.

Le sucre, ou plutôt la mélasse, doit donc indiscutablement entrer dans l'alimentation de nos chevaux, mais ici se pose la célèbre question de savoir « comment elle sera mangée ».

Effectivement la mélasse, ajoutée purement et simplement à la ration de grains ou à l'eau de boisson, ne saurait, malgré son pouvoir nutritif,

être admise comme denrée de substitution de l'avoine; un aliment véritablement digne du nom ne devant pas posséder une simple analogie nutritive avec celui qu'il prétend remplacer mais aussi une analogie de volume; la notion d'aliment de lest est fermement établie en zootechnie, et la « pastille de Berthelot » s'est avérée comme le symbole de la fragilité des spéculations de la chimie pure.

La mélasse, denrée de substitution, requiert donc l'emploi d'un véhicule approprié, et une large critique des supports employés dans l'industrie des aliments mélassés pourrait ici prendre place. Tout substratum nuisible, cela va de soi, ou neutre simplement, doit d'abord être éliminé. Nous ne saurions même nous empêcher d'exprimer notre étonnement de voir des industriels prendre toute cette peine que représente la fabrication d'un produit homogène et stérilisé, de s'imposer tous ces frais de manutention, de transport, d'entrepôt nécessaires, pour aboutir à la réalisation d'un aliment n'ayant pas d'autre valeur que celle de la mélasse incorporée.

Un exemple concret, illustré de chiffres, nous fera mieux comprendre:

Soit deux aliments A et B à 50 % de mélasse.

Pour A le véhicule vaut 60 francs les cent kilos.

Pour B le véhicule vaut 10 francs les cent kilos.

Si nous adoptons, pour la mélasse, le prix de 50 francs les 100 kilos,

les matières premières de A vaudront $30 + 25$
= 55 francs les 100 kilos,

les matières premières de B vaudront $5 + 25$
= 30 francs les 100 kilos.

Estimons que les frais de fabrication, manutention et autres, s'élèvent à 20 francs par 100 kilos.

Admettons aussi que la valeur nutritive des deux produits soit approximativement dans le rapport de

55 à 30 — les prix étant, dans une certaine mesure, l'expression de la valeur, de l'utilité des choses — autrement dit admettons que :

100 kilos de A contiennent 55 unités nutritives,
et 100 kilos de B, 30 unités nutritives.

(Il est bien entendu que nos unités nutritives sont arbitraires et qu'elles n'ont aucun rapport avec celles qui servent au calcul calorimétrique de la ration).

Les frais, ou dépenses stériles que nous avons chiffrés à 20 francs, s'élèvent donc :

à $20/55 = 0 \text{ fr. } 36$ par unité nutritive pour A,
et à $20/30 = 0 \text{ fr. } 66$ par unité nutritive pour B.
d'où l'intérêt manifeste de fabriquer le produit A plutôt que le produit B, le bon plutôt que le médiocre.

Économiquement, industriellement, c'est donc à un véhicule de valeur qu'il sied de faire appel, et c'est ici que l'ingéniosité du fabricant a libre cours pour découvrir l'aliment le meilleur au meilleur prix, celui qui fournit l'unité nutritive au meilleur compte. Il est bien entendu, d'ailleurs, que s'il s'agit de trouver, à la mélasse, un support absorbant, quelque latitude subsiste dans le choix, du fait de l'emploi d'un condiment sucré qui permettra de faire accepter, à nos chevaux, des denrées pour lesquelles ils ne montreraient pas autrement le goût le plus vif.

D'un autre point de vue, la composition chimique du véhicule de la mélasse n'est pas indifférente non plus.

Effectivement toute la valeur nutritive de celle-ci réside dans ses hydrates de carbone exclusivement ; or, de longue date, la notion de relation nutritive et de rapport adipo-protéique révélait la nécessité qui était apparue, aux zootechniciens, d'introduire une certaine proportion de matières albuminoïdes dans la ration — nécessité plus clairement mise en évidence dans ces dernières années par les récentes acqui-

sitions sur le rôle supérieur des acides aminés: tryptophane, lysine, cystine, etc.

La seule introduction de mélasse dans la ration fausse la relation nutritive par l'addition exclusive d'hydrates de carbone; pour conserver à ce rapport sa valeur de 1/6 à 1/7 unanimement reconnue comme nécessaire, force est donc d'employer un véhicule correctif, riche en matières albuminoïdes digestibles.

Pour nous, tant en considération de leur pouvoir absorbant que du prix auquel elles font ressortir l'unité nutritive — elles étaient encore jusqu'en ces dernières années parfaitement méconnues — qu'en raison enfin de leur très haute teneur en matière albuminoïde digestible (double de celle de l'avoine), les radicules ou germes d'orge nous apparaissent comme le support de choix de la mélasse.

Dans la pratique, en plus des excellents résultats obtenus par l'usage d'une telle denrée de substitution, nous devons signaler le succès absolument étonnant obtenu, sur une dizaine de gros chevaux de camionnage de 800 kilos, dans le remplacement total de l'avoine par un aliment spécial à base de radicules légèrement mélassées.

Les *fourrages* que nous employons sont, en règle générale, ceux de luzerne. L'utilisation de balles pressées, n'était quelquefois la présence de moisissures au centre de la balle, a le réel avantage de diminuer, dans les manutentions, les pertes en feuilles, en fleurs de luzerne qui constituent les parties les plus alibiles du fourrage.

Les fourrages de lentilles, vesces, ayant donné lieu autrefois, dans ces grosses cavaleries industrielles, comme aussi chez les chevaux de culture, à de grosses pertes par hémoglobinurie, fourbure, congestion pulmonaire ou intestinale, ont été formellement proscrits par nous dans notre zone d'action.

Les classiques assignent, aux *graines de légumi-*

neuses, une valeur nutritive double de celle de l'avoine. Les Anglais ont rapporté de tout temps que, dans un parcours de chasse, les chevaux nourris aux fêverolles étaient reconnaissables à leur tenue supérieure.

Notre avis personnel est que le pouvoir nutritif, ou plus exactement l'action excitante de celles-ci, est fort supérieure à ces appréciations et qu'il semble y avoir, dans les graines de légumineuses, en plus du pouvoir nutritif élevé dont les tables d'équivalence font état, une question qualitative, un principe particulier qui ne serait d'ailleurs pas fait pour nous surprendre après les découvertes de toxicologie relatives à la gesse, au haricot de Java et autres plantes de la même famille.

Rationnement

Nous avons à noter, ici, tous les efforts que nous devons faire pour résister à la tendance générale de nourrir les chevaux en proportion du travail exigé selon une formule analogue à celle que rapporte Lavalard pour les chevaux des postes et diligences qui recevaient un litre d'avoine par kilomètre parcouru.

Pour beaucoup de gens, un malade n'est affaibli que parce qu'il ne mange plus; l'infection, l'intoxication passent inaperçues à bien des yeux, le seul fait sensible étant l'anorexie ou la diminution de l'appétit.

Pour nos moteurs animés une erreur analogue est commune: la puissance de la machine, au sens physique du mot; la limite des diverses fonctions, sans parler de la seule capacité des appareils: digestif, circulatoire, respiratoire, excrétoire, sont aisément méconnues.

Ici comme dans le cas de la maladie cité plus haut, on prête à l'aliment, au combustible, la pro-

priété de parer à toutes les vicissitudes, à tous les besoins de l'organisme; et le remède au surmenage n'apparaît que dans une élévation de la ration.

Nous avons déjà fait justice de ces erreurs.

La ration à laquelle nous nous sommes arrêté est la suivante:

Avoine aplatie	8 kilos 500
Aliment mélassé	2 kilos
Foin	4 kilos
Paille	5 kilos

Les cinq kilogrammes de paille de blé qui passent par le râtelier servent de litière au cheval qui n'en absorbe, en vérité, qu'une partie évaluée approximativement à deux kilos. La formule classique de l'aliment de lest $L = 1,5 C^2$, se vérifie presque exactement dans notre cas, le périmètre thoracique moyen de nos chevaux étant de deux mètres environ.

$$L = 1,5 \times 4 = 6 \text{ kilos.}$$

soit effectivement 4 kilos de foin et 2 kilos de paille.

Malgré la vérification que nous venons d'en faire par son application à des sujets moyens de 650 kilos environ, la formule n'échappe pas à une certaine critique. En effet elle exprime la ration de lest en fonction d'une surface, en fonction, par exemple, de la surface sécrétante de l'appareil digestif.

Ceci serait plausible à propos d'un aliment concentré nécessitant l'action des sucs digestifs, mais il s'agit précisément ici de l'aliment de lest, celui qui doit assurer la réplétion des organes — condition nécessaire de leur bon fonctionnement — celui dont la quantité, par conséquent, doit s'exprimer en fonction d'un volume, d'un C^3 par exemple dont le coefficient reste à déterminer.

L'expression $1,5 C^2$, si elle a été étudiée sur des chevaux moyens, donnera des résultats par excès

pour les sujets de petite taille, des résultats par défaut pour les chevaux de 1.000 kilos, à moins d'adopter un coefficient variable.

Semblable incertitude n'existerait pas à notre avis avec l'emploi d'une expression en C^3 , la ration de lest devant être exactement proportionnelle au cube du périmètre thoracique affecté d'un coefficient invariable de l'ordre de grandeur de 0,75 (sauf erreur de notre part) qui nous donnerait :

$$L = 0,75 C^3$$

et, dans notre cas particulier,

$$0,75 \times 2^3 = 6.$$

Distribution de la ration

La ration est répartie entre trois repas et demi, ce demi-repas consistant dans une légère distribution de grains coupant les huit heures de travail, à « mi-poste », à l'heure où l'ouvrier prend lui-même une collation d'une demi-heure, « au briquet ».

Cette pratique du « briquet » à nos chevaux s'est avérée nécessaire pour qu'à leur rentrée nos animaux affamés ne se jettent goulûment sur leur ration et ne contractent de fatales indigestions stomacales par surcharge; pour qu'en seize heures d'écurie enfin, nos chevaux n'absorbent pas, en trois repas trop copieux et trop rapprochés, la totalité d'une ration forcément massive.

Il convient de relater ici, à propos de rationnement, cette infraction curieuse aux règles courantes.

Dans les écuries de quelques unités dont l'accès est difficile ou pénible au palefrenier, ou par un effet de paresse de celui-ci, la ration de vingt-quatre heures est quelquefois distribuée en bloc. Souvent il ne s'ensuit pas d'inconvénient de cette manière de faire, et nous avons vu, dans ces circonstances, des chevaux régler d'eux-mêmes leurs repas, comme à l'état de nature.

Chaque stalle comporte enfin une auge réservée à l'eau de boisson que le garde-écurie a mission de ne jamais laisser manquer.

LITIÉRAGE

Une grosse économie de main-d'œuvre se réalisait, autrefois, par l'emploi de la *tourbe* qui ne demandait à être enlevée qu'une fois par mois moyennant une addition journalière de quelques kilogrammes de tourbe fraîche.

Indépendamment de la question de prix et des avantages divers de la litière de tourbe. — pouvoir absorbant et propriétés désodorisantes. — il doit être tenu, en ce qui nous concerne, un compte particulier des frais nécessités par l'enlèvement quotidien de quelques quintaux de fumier résultant de l'emploi de la paille. Autant de considérations qui faisaient, de la tourbe, la litière de choix de notre cavalerie.

Actuellement l'usage en est cependant abandonné.

Les divers essais auxquels nous nous sommes livré depuis la guerre n'ont pas été satisfaisants, les tourbes que nous avons employées, trop pulvérulentes, ne se sont pas révélées assez absorbantes, et la litière de nos chevaux a rapidement tourné en boubier.

Les conditions actuelles du marché ne permettant plus d'autre part d'escompter une économie appréciable sur le prix d'achat, la classique litière de paille a fait sa réapparition.

PRIX - AMORTISSEMENT

L'étude de l'exploitation d'une cavalerie industrielle ne saurait omettre la face financière de la question.

Sans oser nous avancer dans le détail extrêmement complexe du prix de revient de la tonne kilométrique par traction animée nous avons pourtant voulu esquisser une étude du prix de la machine et de son amortissement.

Dans l'ascension frénétique des cours de toutes choses, le prix des chevaux a observé, dans ces dernières années, une stabilité bien digne de remarque.

Des moyennes relevées sur un nombre considérable d'achats de chevaux nous permettent d'assigner à ceux-ci, au cours des dernières années, la valeur suivante en posant la valeur de 1920 égale à l'unité c'est-à-dire à 1.000.

1914	225
1920	1000
1921	1041
1922	920
1923	966
1924	1076
1925	1114

Par comparaison nous avons jugé intéressant de confronter, avec ces espèces de nombres-indices des prix des chevaux, les « index numbers » des prix de gros relevés dans le « Bulletin de la statistique générale de France » et portant sur quarante-quatre marchandises.

Ramenés à 1920, ils donnent :

1914	225
1920	1000
1921	747
1922	831
1923	1054
1924	1166
1925	1454

Pour l'interprétation exacte de tout ceci nous devons ajouter précisément que, dans les deux séries, celle des chevaux et celle du commerce de gros reproduites plus haut, les prix de 1914 s'exprimeraient par rapport à ceux de 1920 par le nombre 225.

De 1914 à 1920 l'ascension dans les deux séries est absolument parallèle : de 225 à 1000 ; puis nettement divergente de 1920 à 1926 ; l'accroissement du prix moyen de toutes choses en somme, s'avère fortement supérieur à l'élévation correspondante du prix de nos remontes ce qui, du point de vue économique, correspond absolument en fait à un abaissement de prix des chevaux.

Les « index numbers » constituent la représentation exacte du pouvoir d'achat de la monnaie, autrement dit la véritable unité économique à laquelle il faut rapporter toute question de prix.

Appliqué à nos chevaux, ceci nous révèle qu'en 1920, leur prix est ce qu'il convient exactement d'appeler un juste prix, un prix moyen, nos deux colonnes parties de 225 en 1914 atteignant simultanément le degré 1.000 après la guerre. En 1925 la plus value des « index-numbers » s'élevant à 1454 — 1114 = 340, il faut convenir que le prix des chevaux a baissé de 340 points par rapport à l'unité économique,

soit 23 % c'est-à-dire $\frac{340}{1454}$

ce qui revient à dire, du point de vue du capital in-

CONCLUSIONS

I

Il existe, dans nos mines de houille, une puissante cavalerie composée d'éléments de grand prix.

L'élevage français, à part celui de la race de Trait du Nord, dans la mesure de ses ressources et de sa production, ne paraît pas susceptible de produire actuellement le cheval industriel bréviligne hypermétrique que nous recherchons.

En dépit de toutes les formalités en douane, onéreuses et tracassières, des complications commerciales liées à l'état actuel des changes, un courant régulier d'importation de chevaux belges a pris naissance.

Par l'infusion du sang belge et l'abandon des types légers vers laquelle on avait orienté sa production, la race bretonne est parfaitement capable de répondre à la demande de ce que nous dénommerons « *le cheval industriel* », demande qui trouve actuellement si difficilement sa contre-partie.

II

Le cheval, *moteur animé*, par sa simplicité et sa robustesse — deux qualités jumelles — par sa souplesse, sa faculté d'adaptation aux exigences variées de l'exploitation des mines tient, dans l'industrie houillère, un rôle de premier plan que la traction mécanique n'est pas susceptible de lui ravir pour le moment.

III

L'*exploitation du cheval* n'a pas encore tiré, de la dynamotechnie, tout le profit qu'elle en pouvait attendre.

La seule application de roulements à billes aux wagonnets de la mine réalise une amélioration du rendement de l'ordre de 32 %.

En pratique ce seul perfectionnement permettrait, dans le camionnage par exemple, la substitution d'une paire de chevaux à un attelage à trois.

D'une façon générale il n'est pas admissible que la traction animée ne bénéficie point des découvertes de la mécanique moderne.

IV

La *réglementation* actuelle du *travail* semble aussi contraire au rendement économique de notre cavalerie que de tout autre moteur, voire du moteur humain.

Le travail journalier de nos chevaux échelonné sur 6 heures 15, entrecoupé de multiples arrêts, est de l'ordre de un million de kilogrammètres. (De nombreux expérimentateurs ont assigné antérieurement, au rendement journalier échelonné sur dix heures, par contre une valeur de deux millions de kilogrammètres).

V

Le *rendement journalier* de nos chevaux que nous avons établi précédemment, donne, contrairement aux apparences numériques, à peu près la mesure de leurs forces, et ceci principalement à cause

CONCLUSIONS

I

Il existe, dans nos mines de houille, une puissante cavalerie composée d'éléments de grand prix.

L'élevage français, à part celui de la race de Trait du Nord, dans la mesure de ses ressources et de sa production, ne paraît pas susceptible de produire actuellement le cheval industriel bréviligne hypermétrique que nous recherchons.

En dépit de toutes les formalités en douane, onéreuses et tracassières, des complications commerciales liées à l'état actuel des changes, un courant régulier d'importation de chevaux belges a pris naissance.

Par l'infusion du sang belge et l'abandon des types légers vers laquelle on avait orienté sa production, la race bretonne est parfaitement capable de répondre à la demande de ce que nous dénomierons « *le cheval industriel* », demande qui trouve actuellement si difficilement sa contre-partie.

II

Le cheval, *moteur animé*, par sa simplicité et sa robustesse — deux qualités jumelles — par sa souplesse, sa faculté d'adaptation aux exigences variées de l'exploitation des mines tient, dans l'industrie houillère, un rôle de premier plan que la traction mécanique n'est pas susceptible de lui ravir pour le moment.

III

L'*exploitation du cheval* n'a pas encore tiré, de la dynamotechnie tout le profit qu'elle en pouvait attendre.

La seule application de roulements à billes aux wagonnets de la mine réalise une amélioration du rendement de l'ordre de 32 %.

En pratique ce seul perfectionnement permettrait, dans le camionnage par exemple, la substitution d'une paire de chevaux à un attelage à trois.

D'une façon générale il n'est pas admissible que la traction animée ne bénéficie point des découvertes de la mécanique moderne.

IV

La *réglementation* actuelle du *travail* semble aussi contraire au rendement économique de notre cavalerie que de tout autre moteur, voire du moteur humain.

Le travail journalier de nos chevaux échelonné sur 6 heures 15, entrécoupé de multiples arrêts, est de l'ordre de un million de kilogrammètres. (De nombreux expérimentateurs ont assigné antérieurement, au rendement journalier échelonné sur dix heures, par contre une valeur de deux millions de kilogrammètres).

V

Le *rendement journalier* de nos chevaux que nous avons établi précédemment, donne, contrairement aux apparences numériques, à peu près la mesure de leurs forces, et ceci principalement à cause

de la contraction de la journée de travail, à cause de la vitesse, le plus efficient des facteurs de surmenage des animaux de gros trait.

VI

Dans la fabrication des *aliments mélassés*, la multiplicité fantaisiste des compositions diverses trahit l'incompétence zootechnique du producteur ou du consommateur. A une indication donnée doit répondre un aliment unique, une seule formule: « La meilleure au meilleur prix ».

VII

Le *prix de revient* de la traction animée, rapporté aux « nombres indices », s'est amélioré au cours de ces cinq ou six dernières années, tant par un abaissement de près de 25 % du prix d'achat de nos chevaux, que l'élevage français bien orienté est capable de bonifier encore, que par la faveur grandissante dont jouit l'hippophagie, faveur qui fait ressortir l'amortissement total de nos animaux à une durée de dix ans se décomposant comme suit:

Prix de réforme de nos chevaux de boucherie:
30 % du prix d'achat;

Amortissement pour une carrière moyenne de sept années: 70 % du prix d'achat.

Comparativement nous avons en 1914:

Prix de réforme de nos chevaux de boucherie:
10 % du prix d'achat;

Amortissement pour une carrière moyenne de sept années: 90 % du prix d'achat.

Ceci correspond, dans le présent état de cho-

ses, à deux années de service supplémentaire; chiffres assez éloquents par eux-mêmes pour que nous ne soyons pas suspectés de déformation professionnelle en affirmant que le cheval de trait est capable de soutenir victorieusement, à ce jour, la concurrence de n'importe quel mode de traction mécanique.

Hénin-Liétard, Mai 1926.

Vu : *Le Doyen,*
H. ROGER.

Vu : *Le Président,*
A. GOSSET.

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
P. LAPIE.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

BOISSIER, Vétérinaire. — Revue de la Société de l'Industrie minérale 1896.

COLIN. — Traité de Physiologie comparée des animaux domestiques 1856.

CORNEVIN. — Traité de Zootechnie générale 1891.

DECHAMBRE. — Traité de Zootechnie 1921.

DE LA GUÉRINIÈRE. — Éléments de Cavalerie 1754.

HATON DE LA GOUPILIÈRE. — Cours d'Exploitation des Mines 1920.

DE LA HARPE. — Notes et Formules de l'Ingénieur 1920.

LAVALARD. — L'Alimentation du cheval 1912.

MONSARRAT. — Le Cheval de trait du Nord 1924.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
AVANT-PROPOS.	5
INTRODUCTION.	7
HISTORIQUE.	9
LE CHEVAL DES MINES DE HOUILLE :	
<i>Le Réseau souterrain. — Traction animée, Traction mécanique.</i>	11
<i>Notre Type de Cheval. — Choix d'une race</i>	16
<i>Choix du Cheval. — Tempérament, Sexe, Age, Taille, Robe, Conformation.</i>	24
<i>Conditions générales d'existence du cheval des Mines. — Habitat.</i>	35
<i>Du Travail de nos chevaux en général. — Ses modalités .</i>	43
<i>Analyse mécanique du Travail des chevaux. — Sa nature.</i>	52
<i>Mesure de l'Effort et du Travail — Mesure du coeffi- cient de traction.</i>	63
<i>De la Résistance à la traction en pratique. — Courbes, Etat des voies</i>	69
<i>Matériel. — Rails, Berlines, Roulements à billes, Harna- chement.</i>	73
<i>Pathologie.</i>	83
<i>Alimentation. — Nature de la ration</i>	90
<i>Litiérage</i>	99
<i>Prix. — Amortissement</i>	100
CONCLUSIONS	104
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.	109

